

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI



ORTA KARADENİZ BÖLGESİ ŞEKER PANCARI EKİM
ALANLARINDAN İZOLE EDİLEN *Rhizoctonia* spp.'nin ANASTOMOSİS
GRUPLARI, PATOJENİTELERİ VE MÜCADELE OLANAKLARI

Doktora Tezi

Elif YILDIRIM

Danışman

Prof. Dr. Berna TUNALI

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.ZRT.1904.22.008 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2025

TEZ KABUL VE ONAYI

Elif YILDIRIM tarafından, Prof. Dr. Berna TUNALI danışmanlığında hazırlanan “ORTA KARADENİZ BÖLGESİ ŞEKER PANCARI EKİM ALANLARINDAN İZOLE EDİLEN *Rhizoctonia* spp.'nin ANASTOMOSİS GRUPLARI, PATOJENİTELERİ VE MÜCADELE OLANAKLARI ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 4.8.2025 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Berna TUNALI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. İsmail ERPER Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Göksel ÖZER Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Yusuf YANAR Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evett (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

18 /08 / 2025
Elif YILDIRIM

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : ORTA KARADENİZ BÖLGESİ ŞEKER PANCARI EKİM ALANLARINDAN İZOLE EDİLEN *Rhizoctonia* spp.'nin ANASTOMOSİS GRUPLARI, PATOJENİTELERİ VE MÜCADELE OLANAKLARI

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 18.08.2025 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : %20

Tek kaynak oranı : %5 çıkmıştır.

18/08/2025
Prof. Dr. Berna TUNALI

ÖZET

ORTA KARADENİZ BÖLGESİ ŞEKER PANCARI EKİM ALANLARINDAN İZOLE EDİLEN *Rhizoctonia* spp.'nin ANASTOMOSİS GRUPLARI, PATOJENİTELERİ VE MÜCADELE OLANAKLARI

Elif YILDIRIM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Doktora, Ağustos/2025

Danışman: Prof. Dr. Berna TUNALI

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) Orta Karadeniz Bölgesi'nde yaygın olarak üretimi yapılan bir kültür bitkisidir. Bu bitkilerde fungal hastalıklar sorun teşkil etmekte ve bu sorunların başında da *Rhizoctonia* spp.'nin neden olduğu hastalıklar gelmektedir. Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illerinde 2019 ve 2021 yıllarında yapılan surveylerde 117 *Rhizoctonia* spp. izolatı elde edilmiş olup, bunların tamamını (%100) MN *Rhizoctonia* (*R. solani*) izolatları oluşturmuştur. Moleküler tür teşhislerine göre ise, ITS gen bölgesi sekans analizine tabi tutulan referans izolatlar ile 117 izolatın 15 tanesi AG 4 HG-I (%12.8), 58 tanesi AG 4 HG-II (%49.6) ve 44 tanesi ise AG 5 (%37.6) olarak tanılanmıştır. Ayrıca, popülasyon içi genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan SCoT (Başlangıç Kodonu hedefli) markör analizi, bölgedeki patojen popülasyonunun yüksek düzeyde genetik çeşitlilik sergilediğini ortaya koymuştur. Her AG'den temsili izolatlar seçilerek kültürel ve morfolojik özellikleri incelenmiş, aralarındaki farklılıklar ortaya konmuştur. Günlük gelişme hızlarını tespit etmek amacıyla *Rhizoctonia* spp.'ye ait tüm izolatların içinden seçilen izolatlar; 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 °C'de gelişmeleri yönüyle incelenmiş, izolatlar 5 °C hariç tüm sıcaklıklarda, gelişme göstermiştir. Patojenite çalışmalarında kullanılan 117 izolat, Aranka çeşidi bitkilerde solgunluk, köklerde tel gövde oluşumu ve gövde kısmına doğru nekrotik alanlar oluşturmuştur. Her üç anastomosis grubunun da bitkilerde hastalık oluşturduğu belirlenmiştir. AG 4 alt gruplarının en virulent izolatlar olduğu belirlenmiştir. *R. solani* AG'lerine karşı dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi amacıyla yapılan çeşit reaksiyonu çalışmalarında, virülensi yüksek olan üç izolattan AG 4 alt gruplarına ait izolatların çeşitlerde oluşturduğu hastalık şiddeti skala (HŞS) değerleri 3.33-4.00 arasında, AG 5'e ait izolatın ise 1.33-4.00 arasında değişmiştir. *R. solani*'ye karşı *Trichoderma* türleri ile biyolojik preparatların (T-22 Planter Box, Serenade (*Bacillus subtilis*)) etkinlik testi sonuçlarına göre, *T. harzianum*'un mevcut izolatının ve ticari preparat olarak T-22 Planter Box'un hastalığa karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışma şeker pancarı bitkisinde *Rhizoctonia* spp. ile ilgili Orta Karadeniz Bölgesi'nde yapılan ilk kapsamlı çalışmadır.

Anahtar Sözcükler: *Rhizoctonia solani*, *Beta vulgaris*, kök çürüklüğü, anastomosis grup, ITS

ABSTRACT

ANASTOMOSIS GROUPS, PATHOGENICITY AND CONTROL STRATEGIES OF *Rhizoctonia* spp. ISOLATED FROM SUGAR BEET GROWING AREAS IN THE THE MIDDLE BLACK SEA REGION

Elif YILDIRIM

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Plant Protection

Ph.D., August/2025

Supervisor: Prof. Dr. Berna TUNALI

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) is a widely cultivated crop in the Central Black Sea Region. Fungal diseases pose significant challenges to this crop, with diseases caused by *Rhizoctonia* spp. being the most prominent. During surveys conducted in the provinces of Samsun, Amasya, Tokat and Çorum between 2019 and 2021, a total of 117 *Rhizoctonia* spp. isolates were obtained, all of which (100%) were identified as multinucleate *R. solani* isolates. According to molecular species identification, 15 of the 117 isolates subjected to ITS gene region sequence analysis were identified as AG 4 HG-I (12.8%), 58 as AG 4 HG-II (49.6%), and 44 as AG 5 (37.6%). Furthermore, SCoT (Start Codon Targeted) marker analysis, employed to assess intra-population genetic diversity, revealed a high level of genetic variation within the pathogen population in the region. Representative isolates from each anastomosis group (AG) were selected to investigate their cultural and morphological characteristics, and differences among them were highlighted. In order to determine the daily growth rates, isolates selected from all *Rhizoctonia* spp. isolates were examined in terms of their growth at 5, 10, 15, 20, 25, and 30 °C. The isolates showed growth at all temperatures except 5 °C. The 117 isolates used in pathogenicity studies caused wilting, wire stem formation in the roots, and necrotic areas toward the stem in Aranka variety plants. It has been determined that all three anastomosis groups cause disease in plants. AG 4 subgroups have been identified as the most virulent isolates. In variety reaction studies conducted to identify varieties resistant to *R. solani* AGs, the disease severity scale (DSS) values of isolates belonging to AG 4 subgroups caused by three highly virulent isolates ranged from 3.33 to 4.00, while those of isolates belonging to AG 5 ranged from 1.33 to 4.00. According to the results of the efficacy test of biological preparations (T-22 Planter Box, Serenade (*Bacillus subtilis*)) against *R. solani*, it has been demonstrated that the current isolate of *T. harzianum* and the commercial preparation T-22 Planter Box are effective against the disease. This study is the first comprehensive study conducted in the Central Black Sea Region on *Rhizoctonia* spp. in sugar beet plants.

Keywords: *Rhizoctonia solani*, *Beta vulgaris*, root rot, anastomosis group, ITS

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresince kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Berna TUNALI'ya, tez konumun oluşmasında öncülük eden, çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. İsmail ERPER'e, jüri üyesi hocalarım Sayın Prof. Dr. Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ ve Sayın Prof. Dr. Yusuf YANAR'a teşekkürlerimi sunarım. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Moleküler Biyoteknoloji Laboratuvarı olanaklarından yararlanmamı sağlayan, bilgi, deneyim ve imkanlarını esirgemeyen, aynı zamanda tez izleme komitelerinde çalışmalarına yaptığı katkılar ve paylaşımları için değerli hocam Sayın Prof. Dr. Göksel ÖZER'e ve her durumda yardımlarını esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Mehtap ALKAN ve Ziraat Yüksek Mühendisi Tuğba BOZOĞLU'na, ihtiyacım olduğunda her an yardıma koşan arkadaşlarım Doç. Dr. İsmail Oğuz ÖZDEMİR, Ziraat Yüksek Mühendisi Hatice Beyza EREN, Ziraat Yüksek Mühendisi Neşe DALBASTI ve Arş. Gör. Ali Kaan AŞKIN'a, her zaman yanımda olan manevi desteklerini hiç esirgemeyen Dr. Songül RAKICIOĞLU ve Dr. Serkan İÇ'e, istatistik analizlerde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Samet Hasan ABACI'ya, yardımlarımı hiçbir zaman esirgemeyen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü sayın hocalarıma, tezimin ilk aşamasından son ana kadar manevi desteklerini hep hissettiğim beni hiç yalnız bırakmayan tüm dostlarıma çok teşekkür ederim.

Doğduğum andan bugüne kadar maddi manevi desteği sevgiyle sağlayan, her zaman yanımda, arkamda ve gerektiğinde önümde duran, başarılarımın mimarı, en büyük destekçilerim canım annem Yurdagül YILDIRIM, ablam Zehra Eda YILDIRIM'a, varlıklarıyla beni her zaman mutlu eden canım yeğenlerim Tüzün Su GEZGİÇ ve Zeren AY GEZGİÇ'e, sonsuz minnet ve rahmetle andığım canım babam Nedim YILDIRIM ve canım dayım Fatih KURTULUŞ'a en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Hazırlanan bu doktora tezi PYO.ZRT.1904.22.008 numaralı proje olarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiş olup, OMÜ BAP birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Elif YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	8
2.1. <i>Rhizoctonia</i> Cinsinin Tanımı ve Sistematikteki Yeri.....	8
2.2. Moleküler Yöntemlerle Patojen Tanımlama ve Filogenetik Analiz	13
2.3. <i>Rhizoctonia</i> Türlerinin Karakteristik Özellikleri, Patojenisiteleri ve Mücadelesi	
Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	14
2.3.1. <i>Rhizoctonia</i> ile Mücadele Yöntemleri.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Hastalıklı Bitki Materyalinin Eldesi	30
3.1.2. İzolasyon İşlemlerinde Kullanılan Besi Ortamları ve Hazırlanması.....	31
3.1.3. Moleküler Çalışmalar.....	31
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması.....	32
3.2.2. Hastalıklı Bitki Dokularından <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının İzolasyonu	34
3.2.3. Elde Edilen <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının Saklanması.....	34
3.2.4. Çekirdek Sayılarının Belirlenmesi	35
3.2.5. <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu	35
3.2.5.1. <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının DNA Ekstraksiyonu	35
3.2.5.2. SCoT Markörleri İle DNA Amplifikasyonu	36
3.2.5.3. SCoT Çalışmalarında Elde Edilen Verilerin Analizleri	36
3.2.5.4. ITS1-5.8S-ITS 2 Bölgesinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)	37
3.2.6. Anastomosis Gruplarının Kültürel Özelliklerinin Tespiti.....	38
3.2.7. <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının Patojenisitelerinin Belirlenmesi	39
3.2.8. Çeşit Reaksiyonlarının Belirlenmesi.....	40
3.2.9. <i>Rhizoctonia</i> İzolatları İle Biyolojik Mücadele Çalışmaları.....	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	44
4.1. Elde Edilen <i>Rhizoctonia</i> spp. İzolatlarının Sayıları	44
4.2. Moleküler Analiz Sonuçları	48
4.2.1. Tüm İzolatların SCoT Analizlerine İlişkin Sonuçlar	48
4.2.2. Filogenetik Analiz Sonuçları	50
4.3. <i>Rhizoctonia</i> spp.'nin Mikroskopik Özellikleri.....	53
4.4. Anastomosis Gruplarının Kültürel Özellikleri	53
4.4.1. Anastomosis Gruplarının Çekirdek Sayıları, Sklerot Büyüklükleri ve Hif	
Genişlikleri.....	53
4.4.2. Anastomosis Gruplarının PDA Besi Ortamındaki Gelişimi	56
4.4.2.1. AG 4 HG-I	56
4.4.2.2. AG 4 HG-II	56
4.4.2.3. AG 5.....	57
4.4.3. Anastomosis Gruplarının Farklı Sıcaklıklardaki Günlük Gelişme Hızları	57
4.4.3.1. AG 4 HG-I	57
4.4.3.2. AG 4 HG-II	58
4.4.3.3. AG 5.....	58

4.4.4. Anastomosis Gruplarının Kendi Aralarındaki Günlük Gelişme Hızları	59
4.4.5. <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının Patojenitesi	59
4.4.6. <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarının Şeker Pancarı Çeşitlerinde Oluşturduğu Reaksiyon Sonuçları	66
4.4.7. <i>Rhizoctonia</i> İzolatlarına Karşı Biyolojik Mücadele Ajanlarının Etkinlik Denemeleri Sonuçları.....	70
5. TARTIŞMA.....	78
6. SONUÇ	86
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ.....	103



SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

g	: Gram
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
μ l	: Mikrolitre
l	: Litre
$^{\circ}$ C	: Santigrat derece
μ m	: Mikrometre
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
KOH	: Potasyum hidroksit
rpm	: Dakikada devir
sn	: Saniye

KISALTMALAR

AG	: Anastomosis Grup
MN	: Multinükleat
BN	: Binükleat
PDA	: Patates Dekstroz Agar
SA	: Su Agar
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
ITS	: Internal Transcribed Spacer
NCBI	: National Center for Biotechnology Information
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
bp	: Baz Çifti
BLAST	: Basic Local Alignment Search Tool
CTAB	: Heksadesiltrimetilamonyum bromür
dNTP	: Deoksiribonükleozid trifosfat
RAPD	: Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
PIC	: Polimorfik Bilgi İçeriği
TAE	: Tris- Asetat- EDTA
UPGMA	: Aritmetik Ortalama ile Ağırlıksız Çift Grup Yöntemi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Şeker pancarı dünya üretim alanları	2
Şekil 2.1. <i>Rhizoctonia</i> türlerinin karakteristik hif yapısı	11
Şekil 2.2. <i>Rhizoctonia solani</i> 'nin yaprak saplarında oluşturduğu siyah lekeler.....	18
Şekil 2.3. Şeker pancarı köklerinde <i>Rhizoctonia solani</i> 'nin neden olduğu merdiven şeklindeki lezyonlar.....	19
Şekil 3.1. Survey çalışmalarının yapıldığı il ve ilçeler	33
Şekil 3.2. Araziden hastalıklı şeker pancarı örneklerinin alınması.....	33
Şekil 4.1. Elde edilen tüm <i>Rhizoctonia solani</i> izolatlarının anastomosis gruplarının dağılımı	48
Şekil 4.2. <i>Rhizoctonia</i> izolatlarının SCoT32 ile elde edilen DNA parmak izleri. Örnek Sırası: 1-13: <i>R. solani</i> AG 4 HG-II, 14-18: <i>R. solani</i> AG 4 HG-I, 19-23: <i>R. solani</i> AG 5	48
Şekil 4.3. <i>Rhizoctonia solani</i> izolatlarının farklı AG gruplarına göre SCoT profillerine dayalı UPGMA filogenetik ağacı	50
Şekil 4.4. Çalışmada elde edilen <i>Rhizoctonia solani</i> ve referans izolata ait IQ-Tree kullanılarak ITS lokus sekanslarına dayalı Maximum Likelihood filogenetik ağacı. Dallardaki sayılar, 1.000 bootstrap replikasyonundan elde edilen bootstrap değerlerini temsil eder. Çalışmada elde edilen izolatlar mavi alt rengi ile işaretlenmiştir.	52
Şekil 4.5. <i>Rhizoctonia</i> spp.'de dolipor septum oluşumu	53
Şekil 4.6. MN <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye ait çekirdek sayıları.....	54
Şekil 4.7. AG 4 HG-I'in PDA'daki gelişimi a) üstten, b) alttan görünümü.....	56
Şekil 4.8. AG 4 HG-II'nin PDA'daki gelişimi a) üstten, b) alttan görünümü	56
Şekil 4.9. AG 5'in PDA'daki gelişimi a) üstten, b) alttan görünümü.....	57
Şekil 4.10. AG 4 HG-I izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları	57
Şekil 4.11. AG 4 HG-II izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları	58
Şekil 4.12. AG 5 izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları	58
Şekil 4.13. MN <i>Rhizoctonia solani</i> izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları	59
Şekil 4.14. Solda kontrol bitkileri ve sağda Ç-23 (AG 4 HG-I) izolatının şeker pancarı bitkilerine etkisi	60
Şekil 4.15. <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye ait A-30 (AG 4 HG-I) ve T-24 (AG 4 HG-II) izolatlarının inokulasyondan 5 gün sonra şeker pancarı bitkisinde meydana getirdiği çökerten belirtisi.....	64
Şekil 4.16. <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye ait T-29 (AG 4 HG-II) izolatının şeker pancarı bitkisinde meydana getirdiği tel benzeri kök belirtisi	64
Şekil 4.17. A-11 (AG 5) izolatının şeker pancarı üzerindeki etkisi.....	65
Şekil 4.18. AG 4 alt gruplarına ait T-4 (AG 4 HG-I) ve S-18 (AG 4 HG-II) izolatlarının bitki üzerindeki etkileri.....	65

Şekil 4.19. AG 5 grubuna ait T-17 ve A-10 izolatlarının bitkinin hipokotili üzerindeki etkileri.....	66
Şekil 4.20. <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 HG-I (Ç-15)'in Gordion çeşidi üzerindeki etkisi	67
Şekil 4.21. <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 HG-I (Ç-15)'in Setenil çeşidi üzerindeki etkisi	67
Şekil 4.22. <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 HG-II (A-28)'nin Bison çeşidi üzerindeki etkisi.....	69
Şekil 4.23. <i>Rhizoctonia solani</i> AG 4 HG-II (A-28)'nin Lizard çeşidi üzerindeki etkisi.....	69
Şekil 4.24. <i>Rhizoctonia solani</i> AG 5 (S-1)'in bazı şeker pancarı çeşitleri üzerindeki etkisi .	70
Şekil 4.25. <i>Trichoderma</i> türlerinin Ç-15 (AG 4 HG-I) üzerindeki etkileri.....	72
Şekil 4.26. Serenade ve T-22'nin izolat ve ilaç olarak uygulamalarının Ç-15 (AG 4 HG-I)'e karşı bitki üzerindeki etkileri	73
Şekil 4.27. <i>Trichoderma</i> türlerinin A-28 (Ag 4 HG-II) üzerindeki etkileri	74
Şekil 4.28. Serenade ve T-22'nin izolat ve ilaç olarak uygulamalarının A-28 (AG 4 HG-II)'e karşı bitki üzerindeki etkileri.....	75
Şekil 4.29. <i>Trichoderma</i> türlerinin S-1 (AG 5) üzerindeki etkileri.....	76
Şekil 4.30. Serenade ve T-22'nin izolat ve ilaç olarak uygulamalarının S-1 (AG 5)'e karşı bitki üzerindeki etkileri.....	77

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. 2019 ve 2021 yıllarına göre şeker pancarı ekim alanlarından alınan örnek sayıları	30
Tablo 3.2. Ekstraksiyon-lizis buffer.....	32
Tablo 3.3. Örnek alınan illerde 2019 ve 2021 yıllarına ait şeker pancarı verileri.....	32
Tablo 3.4. Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki şeker pancarı ekim alanlarına göre incelenen örnek sayısı.....	34
Tablo 3.5. TAE tamponu ve yükleme boyası içeriği	38
Tablo 3.6. <i>Rhizoctonia</i> izolatlarının patojenite değerlendirilmesinde kullanılan 0-4 hastalık skalası	40
Tablo 3.7. Çeşit reaksiyonu denemesinde kullanılan şeker pancarı çeşitleri.....	41
Tablo 3.8. Kullanılan biyolojik fungusitler.....	42
Tablo 4.1. İller bazında elde edilen anastomosis grupları.....	44
Tablo 4.2. Elde edilen <i>Rhizoctonia</i> izolatlarının Anastomosis Grup (AG)'ları ve elde edildikleri iller ve ilçeler	45
Tablo 4.3. <i>Rhizoctonia solani</i> izolatların GenBank veri tabanı erişim kodları	51
Tablo 4.4. Anastomosis gruplarının çekirdek sayıları, sklerot büyüklükleri ve hif genişlikleri	55
Tablo 4.5. <i>Rhizoctonia</i> izolatlarının şeker pancarı bitkisi üzerindeki hastalık şiddeti ve bitki gelişimi üzerine etkisi.....	61
Tablo 4.6. MN <i>Rhizoctonia solani</i> izolatlarının şeker pancarı çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalık şiddeti skala değeri, hastalık şiddeti (%) ve dayanıklılık seviyesi	68
Tablo 4.7. Serenade, T-22 ve <i>Trichoderma</i> spp.'nin MN <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye karşı etkinlik oranları	71

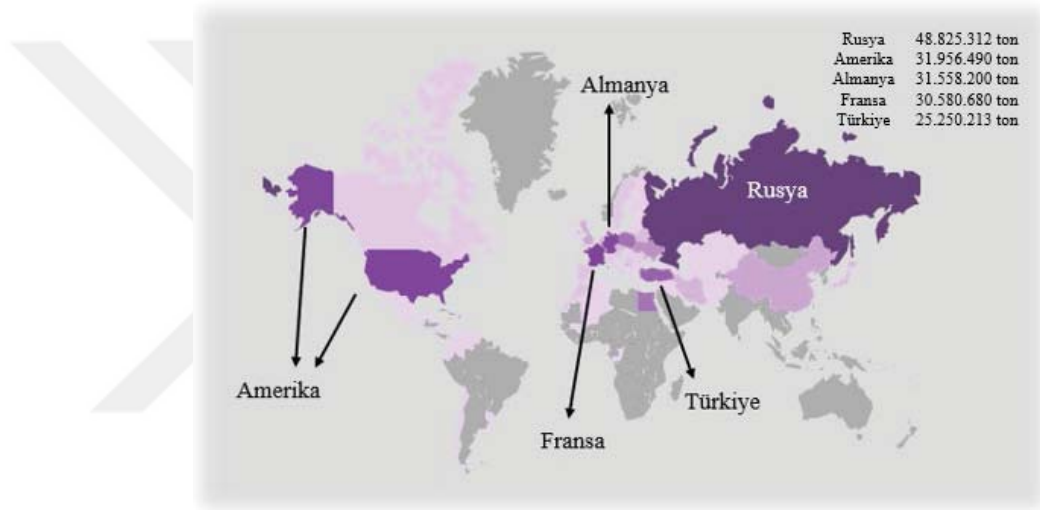
1. GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) orijini Orta Avrupa olan, Amaranthaceae familyasına ait iki yıllık bir bitkidir. Dünya çapında ticari bir öneme sahip olan şeker pancarı; beslenme açısından da önemli olup, tarıma ve yan mamüllerin üretimi sayesinde istihdama sağladığı katkısı nedeniyle dünyada her zaman üretimi teşvik edilen bir ürün olmuştur (Akbay, 2003; Erdinç, 2017). Şeker, şeker pancarı yanında şeker kamışı bitkilerinden de elde edilebilmektedir (Çalışkan vd., 2020).

Şeker pancarı kökleri yüksek oranda sakkaroz içeren ve özellikle sıcak iklimlerde üretimi yapılan otsu bir bitkidir (Scalon vd., 2000; Draycott, 2006; Alfaig vd., 2011). Hem ülkemizde hem de diğer birçok ülkede tarım politikaları arasında stratejik açıdan önemli olmasının en büyük nedeni endüstriyel bir bitki özelliği taşımasıdır. Şeker pancarının işlenmesinden meydana gelen melas ve prina, hayvan yemi olarak, ispiroto, alkollü içki üretimi ve diğer içeceklerin endüstrisi bakımından oldukça önemli bir hammadde olmaktadır. Bunların dışında şeker, maya, bio-etanol ve antibiyotik gibi pek çok ürünün de hammaddesi olarak bilinmektedir (Sunulu ve Sunulu, 2016; Eştürk, 2018).

Dünyada şeker üretiminin yaklaşık olarak %72'lik kısmı şeker kamışından, %28'lik kısmı ise şeker pancarından elde edilmektedir. Bu iki ürün açısından elde edilen şekerler arasında kalite bakımından farklılıklar bulunmamaktadır. Fakat sadece tropik ve alt tropik alt alanlarda üretilen şeker kamışından üretilen şeker pancarına göre işleme maliyetlerinin düşüklüğü gibi sebeplerden dolayı daha düşük maliyetli olmaktadır (Kaya, 2015). İnsanlar için önemli bir kalori kaynağı olan şeker, vücudun ana faaliyetleri içinde gerekli olan besin maddelerinin başında gelmektedir. Şeker pancarı kendinden sonra ekilen hububatta %20 verim artışına neden olan, endüstriyel bir bitki olup, endüstri bitkileri içinde sağladığı katma değer bakımından 2. Sırada yer almaktadır. Temel gıda ihtiyaçlarının yanı sıra, istihdam oluşturmada ve tarımsal üretime katkı sağlamada da önemli bir yere sahiptir. Bundan dolayı, şeker pancarının verimli ve sürdürülebilir şekilde üretilmesi, tarımsal ekonominin gelişimi yönünden de önem arz etmektedir (Tosun, 2016). Şeker pancarının iki yıllık bir yaşam döngüsünde 1. yıl vejetatif organları, 2. yıl generatif organları gelişir. Tohumları birleşik halde bulunur ve %18'den fazla sakkaroz konsantrasyonunun olmasıyla ekonomik açıdan da önemli bir bitkidir. (Trebii ve Mcgrath, 2004).

Türkiye’de üretilen şekerin tamamı şeker pancarından üretilmektedir. Dünyada, üretim miktarı açısından Rusya, Amerika, Almanya ve Fransa’dan sonra beşinci sırada yer almaktadır (Şekil 1.1) (FAOSTAT, 2023). Türkiye’de aşağı yukarı 350 bin çiftçi, yıllara göre 350-500 bin hektar arasında değişiklik gösteren ekim alanında şeker pancarı yetiştiriciliği yapmaktadır. Şeker pancarı tarımı ülkemizde, Ege ve Akdeniz’in sahil kısmında, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi haricindeki tüm bölgelerde yapılmaktadır (Eştürk, 2018; Duru vd., 2021). Türkiye’de son yıllarda yapılan şeker pancarı üretimi, 2020 yılında 23.025.738 ton, 2021 yılında 17.767.085 ton, 2022 yılında 19.253.962 ton, 2023 yılında 25.250.213 ton ve 2024 yılında ise 23.000.000 ton olmaktadır (TÜİK, 2024).



Şekil 1.1 Şeker pancarı dünya üretim alanları

Şeker pancarı ekiminden fabrikaya gidip işleme süresine kadar geçen yetiştirme ve silolama evrelerinde, biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin hepsi bitkide ekonomik açıdan çok sayıda zarara sebep olmaktadır. Şeker pancarı bitkisi hastalıkları, bitkinin yaprak veya kök kısımlarında yer almasına göre, yaprak ve kök hastalıkları olarak iki ana gruba ayrılabilir (Özgür, 2003).

Şeker pancarı üretimini olumsuz etkileyen birçok faktör arasında, özellikle fungal hastalıklar önemli bir yer tutmaktadır. Fide döneminden hasat öncesine kadar kök çürüklüğüne neden olan fungal hastalık etmenleri, şeker pancarının kök ve yapraklarında enfeksiyon oluşturarak ciddi verim kayıplarına yol açmaktadır. Çoğunlukla toprak kaynaklı olan bu etmenler, bazen tohum yoluyla da taşınabilmektedir. Hem dünyada hem de ülkemizde şeker pancarı üretim alanlarında sorun teşkil eden bu hastalıklar, ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Kaya vd.,

2016). Şeker pancarında kök çürüklüğüne neden olarak sorun teşkil eden toprak kaynaklı funguslar, *Aphanomyces coclioides*, *Macrophomina phaseoli*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Phoma betae*, *Phimatotricum omnivorum*, *Phytophthora drechsleri*, *Pythium aphanidermatum*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani*, *R. cerealis*, *R. crocorum*, *Rhizopus stolonifer*, *Sclerotium rolfsii* ve *Verticillium albo-atrum* olduğu tespit edilmiştir (O’Sullivan ve Kavanagh 1991; Whitney ve Duffus 1991). Şeker pancarı yapraklarında görülen yaprak yanıklığı hastalığına, nemin yoğun olduğu ve fazla yağış alan bölgelerde rastlanmaktadır. Enfeksiyona sebep olan etmen, yapraklarda yırtılma, çürüme gibi belirtilere neden olmaktadır. Kuru çürüklük ise, pancar bitkisi yumrularının kabuk bölgelerinde meydana gelmektedir. Şeker pancarında meydana gelen kök boğazı çürüklüğü daha çok bitkilerin fide dönemindeyken ya da fide döneminden hemen sonra etmenin doku içine girmesi ile oluşmaktadır. Fide dönemini geçiren konukçuda artık destek doku oluşmaya başladığı için belirtiler yalnızca kök boğazında görülmektedir. Bu belirtiler genellikle 1-3 cm uzunluğunda olup, siyahımsı, morumsu lekelerin orta kısmı açık renkte olup ve iç kısma doğru çöküklükler meydana getiren karakteristik belirtileri bulunmaktadır. Kök boğazı çürüklüğü ya da çökerten bitkide daha yeni oluşmaya başlamışsa yapraklarda genel bir solgunluk ve sararmalar meydana gelmektedir. Fide döneminde fidelikte ve tarlada, genç bitkilerde kök boğazında oluşmaya başlayan *Rhizoctonia* kök çürüklüğünden kaynaklı çökertenler ortaya çıkmaktadır. Pamuk, tütün, sebzeler ve diğer konukçularda da çökerten olduğu gibi şeker pancarında da fazlasıyla görülmektedir. Bitkinin hipokotilinden giren fungus, tüm dokuda misellerin yayılmasıyla önce kök boğazında kararma daha sonra da çürümelere neden olmaktadır ve bitki toprağa devrilmektedir. Bunun sonucunda bitkide kurumalar meydana gelmektedir. Çökerten fide döneminde çıkış sonrası olabildiği gibi fide toprak yüzeyine çıkmadan da görülebilmektedir. Yani etmen bitki toprak altındayken çıkış yapmadan da öldürebilmektedir (Karahana, 1971). *R. solani* tohumda çıkış öncesi ve sonrası çökerten hastalığına neden olmasından kaynaklı olarak şeker pancarı verimini önemli derecede düşürebilmektedir. Aynı zamanda kök çürümelerinin şeker pancarı sakkaroz birikimini ve tonajını azaltabildiği belirlenmiştir (Duffus ve Ruppel, 1993).

Rhizoctonia solani dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak bulunan önemli toprak patojenlerinden biridir. 150’den fazla bitkide hastalık yapabilme yeteneğine sahiptir (Pannecoudque vd., 2008). Kontrolü oldukça zor olan *R. solani*, senelerce

organik materyallerde miselyum olarak, toprakta ise sklerot formunda canlı kalabilen ve uygun konukçusunu bulduğunda tekrar hastalık oluşturma özelliğine sahip olan bir fungal etmendir (Boosalis ve Scharen, 1959; Hyakumachi ve Ui, 1982; Herr, 1996; Cubeta ve Vilgalys, 1997). Oldukça fazla konukçu çeşitliliğine sahip olması ve çevresel koşullara uyum göstermesi nedeni ile dünyaya yayılmış bir patojendir. Vejetatif hücrelerindeki çekirdek sayıları, kültürel özellikleri ve virülenslikleri açısından farklı gruplar halinde bulunmaktadır. Çekirdek sayılarına göre *Rhizoctonia*'lar, tek çekirdekli uninükleat (UN) *Rhizoctonia*, iki çekirdekli binükleat (BN) *Rhizoctonia* (Teleomorf: *Ceratobasidium* spp. ve *Tullasnella* spp.) ve çok çekirdekli multinükleat (MN) *Rhizoctonia* (Teleomorf: *Thanatephorus* spp. ve *Waitea* spp.) olmak üzere üç grup altında incelenmektedir. MN *Rhizoctonia* ve BN *Rhizoctonia* gruplar içinde hiflerinin birbiriyle uyum halinde olan ve temas ettikleri noktada kaynaşabilen alt grupları bulunmaktadır. Bunlar 'anastomosis grup' (AG) olarak tanımlanır. MN *Rhizoctonia* grubunda en çok bilinen *R. solani*'nin 13 AG'ü, BN *Rhizoctonia*'nın ise 19 AG'ü tespit edilmiştir (Carling vd., 2002; Sharon vd., 2008; Dong vd., 2017; Zhao vd., 2019; Erper vd., 2021).

Konukçularının ve sebep oldukları hastalık belirtilerinin aynı olmamasından dolayı *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG'nin belirlenmesi oldukça önemli olmaktadır (Parmeter vd., 1969; Kronland vd., 1988). *Rhizoctonia* türlerinin gruplandırılmasında en çok tercih edilen metot, daha önce AG teşhis edilmemiş izolatların önceden AG'ları belirlenmiş test izolatları ile eşleştirme yöntemi kullanılarak yapılan gruplandırma olmaktadır (Carling, 1996). Ayrıca gruplandırmalar hifal anastomoz, kültürel özellikler, virülenslikleri ve moleküler yöntemlere göre tespit edilebilmektedir. Anastomosis gruplarının belirlenmesinde yalnızca morfolojik yöntemlerin kullanılması hem çok zaman kaybına yol açmakta hem de *Rhizoctonia* grubu fungusların heterojen özellikte olmalarından kaynaklı yapılan çalışmalarda bazı belirsizliklerin olması sebebiyle moleküler yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler ile daha güvenilir ve daha hızlı bir şekilde sınıflandırmalar yapılabilmektedir (Hua vd., 2014; Dong vd., 2017). Moleküler tanımlamalarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi ribozomal DNA (rDNA) bölgelerinin karakterizasyonu olmaktadır (Kılıçoğlu, 2009).

Rhizoctonia spp.'nin genetik çeşitliliğini belirlemek amacıyla ISSR (Inter Simple Sequence Repeats), SSR (Simple Sequence Repeats), ITS (Internal

Transcribed Spacer) ve RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA) gibi moleküler marker yöntemleri kullanılabilir (Sharma vd., 2005; Mwang'Ombe vd., 2007; Godoy-Lutz vd., 2008; Pannecoucq ve Hofie 2009; Dubey vd., 2012).

Rhizoctonia türlerinin gruplandırılması için en uygun olarak kullanılan metod rDNA-ITS sekans analizi olmaktadır. ITS-5.8 S rDNA bölgesinin sekans analizi *R. solani* alt gruplarının belirlenmesi için yeterli bir yöntem olduğu bilinmektedir (Carling vd., 2002).

Şeker pancarı bitkisinde yapılan çalışmalarda taç ve kök çürüklüğü, yaprak yanıklığı ve çökertene sebep olan *R. solani*'nin genellikle AG 1, AG 2-2, AG 4 ve AG 5 olduğu ve bu grupların üründe özellikle çökertene neden olmaktadır (Windels ve Nabben, 1989), AG 3 ve AG 5 grupları ise şeker pancarında daha çok yaprak sapında koyu renk oluşumunu meydana getirmektedir (Windels vd., 1997).

Ülkemizde şeker pancarının da içinde bulunduğu farklı bitki türleriyle yapılan bir çalışmada, *Rhizoctonia* türlerinin anastomosis gruplarının klasik yöntemlerle saptanmasına yönelik olarak şeker pancarı bitkisinden yapılan izolasyonlar sonucu AG 4, AG 5, AG 9 ve AG-K grupları tespit edilmiştir (Demirci ve Döken, 1995). Yapılan başka bir çalışmada moleküler yöntemler kullanılarak AG 2-2-IIIB, AG 4 (HG-I, HG-II, HG-III), AG 5, AG-K ve AG-A anastomosis gruplarının olduğunu bildirmişlerdir (Avan vd., 2021).

Tarım ürünlerinin mücadelesinde kimyasalların kullanımı, üreticiler yönünden etkilerinin daha kısa sürede sonuç vermesi ve kolay uygulanabilir olduğundan oldukça popüler bir yöntemdir. Bunların yanında, çevreye, insan ve hayvan sağlığına olan zararları, mikroorganizmalarda meydana gelen dayanıklılık problemleri, yeni ırkların ortaya çıkması gibi önemli sorunlarda teşkil etmektedir. Bu gibi sebeplerden kaynaklı olarak kimyasal mücadeleden oldukça uzak kalmak için başka alternatif yöntemler aranmaya başlanmıştır. Biyolojik mücadeleye yönelik çalışmaların olduğu organik veya ekolojik olarak tanımlanan tarım sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem özellikle biyolojik preparatların kullanımını yaygınlaştırmayı, yeni ve daha etkili biyolojik kontrol ajanlarını araştırmayı amaçlamaktadır (Yiğit, 2005).

Toprakta ve bitkinin toprak üstü aksamalarında var olan kimi fungusların antagonistik özellik taşıdıkları bilinmektedir. *Trichoderma*, *Gliocladium* ve *Penicillium* gibi cinsler, patojen olan funguslara karşı antagonistik etki göstererek

fungusun gelişimini engellediği gözlemlenmiştir. *Trichoderma* cinsine ait türler, çeşitli antibiyotik bileşikler meydana getirmekte, bitkinin gelişmesine olumlu etkiler sağlayarak gelişimini hızlandırmakta, bitki savunma mekanizmalarını teşvik ederek, bitkileri toprak kaynaklı patojenlere karşı dayanıklı hale getirmekte olduğundan dolayı biyolojik mücadele çalışmalarında tercih sebebi olmaktadır (Chet ve Inbar, 1994).

Ülkemizde şeker pancarı yetiştiriciliğini sınırlayan etmenler arasında fungal kök hastalıkları önemli bir yer işgal etmektedir. Özellikle son zamanlarda üretici şikayetleri üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, fungal etmenler arasından, en yaygın ve yıkıcı etkiye sahip olan en önemli etmenlerden birinin de *Rhizoctonia* spp. olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, Orta Karadeniz Bölgesi'nde şeker pancarı üretim alanlarında sorun olan bu patojen ile ilgili yapılan ilk detaylı çalışma olmuştur. Hastalık etmeni toprak kökenli olup mücadelesi de oldukça zor bir etmen olduğundan hastalıkla mücadelede hızlı ve etkin çözüm sağlayan uygun kimyasalların kullanımı oldukça zordur. Fide ve hasat öncesi dönemde kök çürüklüğü yapan fungal hastalık etmenleri, pancarın köklerinde ve yapraklarında enfeksiyon oluşturarak üretimde ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Bitkisel ürünlerde fungal hastalık etmenlerinin oluşturduğu kayıpların azaltılması ve tümüyle engellenebilmesi için çeşitli önlemler alınması büyük önem taşımaktadır. Bunlar içerisinde dayanıklı çeşit kullanımı ve biyolojik mücadele çalışmaları hastalıkla mücadelede en önemli yollardan biri olarak ortaya çıkmaktadır (Bora ve Özaktan, 1998).

Rhizoctonia cinsi fungusların, özellikle de *R. solani*'nin, anastomosis grupları (AG) arasındaki morfolojik benzerlikler ve kültürel özelliklerindeki değişkenlik, klasik tanımlama yöntemlerini yetersiz ve zaman alıcı kılmaktadır. Bu durum, patojenin doğru bir şekilde teşhis edilmesi ve popülasyon yapısının anlaşılması için hassas, tekrarlanabilir ve güvenilir moleküler tekniklerin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda, fungal taksonomi ve filogenide "altın standart" olarak kabul edilen ribozomal DNA'nın İç transkripsiyon ara parçası (ITS) bölgesinin dizi analizi, çalışmamızda izolatların tür ve anastomosis grubu seviyesinde kesin olarak tanımlanması için temel bir araç olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, sadece tür teşhisiyle sınırlı kalmayıp izolatlar arasındaki genetik çeşitliliği ve popülasyon yapısını daha derinlemesine incelemek amacıyla, Başlangıç kodunu hedefli (SCoT) polimorfizm gibi modern bir DNA parmak izi tekniği de çalışmaya entegre edilmiştir. SCoT markörleri, genomun fonksiyonel gen bölgelerinden polimorfik veriler üreterek

popülasyon içindeki genetik ilişkileri ve çeşitliliği aydınlatmada yüksek bir ayırt edicilik gücü sunmaktadır.

Bu çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi'nde şeker pancarı ekim alanlarından izole edilen ve önemli sorunlara neden olan *Rhizoctonia* etmenlerinin anastomosis gruplarının tespiti, patojeniteleri ve mücadele olanaklarının araştırılması hedeflenerek, bu önemli hastalıkla ilgili çözüm önerileri sunmak amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. *Rhizoctonia* Cinsinin Tanımı ve Sistematikteki Yeri

Rhizoctonia cinsi, dünya genelinde yayılış gösteren toprak kökenli fungusları içermektedir. *Rhizoctonia* cinsi 1815 yılında ilk olarak De Candolle tarafından tanımlanmıştır (Ogoshi, 1975). De Candolle, bu cinsin temel özelliklerini, canlı bitki köklerinde bulunan misel toplulukları ve bunların oluşturduğu homojen yapıya sahip sklerotların oluşumu olarak tanımlamıştır (Parmeter ve Whitney, 1970). Kühn tarafından 1858 yılında yapılan çalışmalarla bilim dünyasına sunulmuş ve *Rhizoctonia solani* Kühn (teleomorf: *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) bu cins grubunda bilinen en yaygın tür olmuştur (Sneh vd., 1996). Spor oluşturmadığı için hifleriyle yayılım gösteren funguslardan biri olan *Rhizoctonia*, oldukça heterojen bir gruptur. Eşeysiz dönemi spor üretmez ve eşeyli dönemi nadiren görülmektedir (Agrios, 1997; Lehtonen, 2009). *Rhizoctonia* cinsi içerisinde yer alan fungusların bir kısmı eşeyli dönemlerinin tespit edilmesiyle Ascomycota bazıları ise Basidiomycota içerisine dahil edilmiştir. Eşeyli dönemi olmayan veya tespit edilemeyen ise Deuteromycota içerisinde yer almaktadır (Gondle, 2018).

Rhizoctonia spp. dünya genelinde yaygın olarak bulunan önemli toprak patojenlerinin yer aldığı bir cins olup bitkilerin farklı aksamalarında önemli zararlara sebep olmaktadır (Ogoshi, 1987; Ogoshi, 1996; Karaca vd., 2002). *Rhizoctonia* cinsi, eşeyli dönemi toprak kökenli patojen ve saprofitleri içerisinde bulundurmakta ve patojen formlar tarım alanlarında birçok bitki türünde çökerten, kök ve kök boğazı çürüklüğü, gövde çürüklüğü, meyve çürüklüğü ve yaprak yanıklığı gibi önemli hastalıklara sebep olmakta (Carling vd., 1994) ve bunlar dünya üzerinde 150'nin üzerinde bitkide hastalık oluşumuna neden olmaktadır (Pannecougue vd., 2008). Dahası *Rhizoctonia* türlerinin bazılarının toprakta saprofit olarak yaşam sürdükleri ve bazı orkide türlerinde mikoriza olarak buldukları bildirilmiştir. Öte yandan bu cins ile biyolojik mücadelede etkili olan BN *Rhizoctonia* izolatlarının da olduğu tespit edilmiştir (Sneh vd., 1991).

Bir fungusun *Rhizoctonia* cinsine dahil edilebilmesi için, eşeysiz sporlarının ve kanca yapısının (clamp connection) olmaması, konidium ve rhizomorf bulunmaması, genç vejetatif hiflerdeki dallanmanın distal bölmenin yanında dik açılı olacak şekilde olması, kahverengi hif bulunması, dolipor bölme yapısının varlığı gibi özelliklerinin

olması kabul edilmiştir. Bu karakteristik özellikler tüm izolatlarda bulunmaktadır, fakat sklerot oluşumu, hifal gelişimin hızlı olması gibi bazı özellikler her izolatta görülmemektedir (Sneh vd., 1991; Gürkanlı, 2005; Garcia vd., 2006; Kibaroglu, 2009). Genel olarak *Rhizoctonia* spp., bölmeli, genel olarak dik dallanan düzgün miselli, eşeyli devresinde basidiospor oluşturan, toprakta yaşayabilen ve tohumla taşınabilen fungus olarak belirtilmiştir (Sneh vd., 1991).

Genellikle izolatlar MN ve BN olarak bilinmesine rağmen, bunlara ek olarak her bir hif hücrelerinde tek bir çekirdek bulunduran uninükleat (UN, tek çekirdekli) *Rhizoctonia*'lar da (teleomorf: *Ceratobasidium*) başka bir grup olarak adlandırılmıştır (Kronland ve Stanghellini, 1988; Sneh vd., 1991; Kurnamae vd., 2003; Gürkanlı, 2005; Zhou vd., 2015).

Ohkura (2008), *Rhizoctonia* cinsi fungusları daha iyi tanımlamak için morfolojik ve yapısal özellikler, çekirdek sayıları ve hifal anastomosis reaksiyonları üzerinde çalışmıştır. Hif hücrelerindeki çekirdek sayısı, *Rhizoctonia* spp.'lerini (MN) ve (BN) gruplarına ayırmak için kullanılan önemli bir sınıflandırma kriteri olmuştur (Kurnamae vd., 2003). *Rhizoctonia* spp. bitki hastalıkları açısından önemli olup, Basidiomycota'nın üç ana grubunda yer almaktadır. Bu gruplardan birincisi MN *Rhizoctonia*'lar olup teleomorf evresi *Thanatephorus* cinsi içerisinde yer almakta, hif hücrelerinde üç veya daha fazla çekirdek mevcut olup izolatlarının kalın hiflere (6-10 µm çapında) sahip olduğu bilinmektedir. İkincisi, teleomorf dönemi *Ceratobasidium* cinsi olan BN *Rhizoctonia* türleri olup, hif hücrelerinde iki, bazende bir veya üç çekirdek bulundurmakta ve izolatlarının dar hif (4-7 µm) yapısına sahip olduğu bildirilmektedir. Üçüncü grup ise teleomorf dönemi *Waitea* cinsinde yer alan çok çekirdekli *R. zae* ve *R. oryzae* türlerinden oluşmaktadır.

Rhizoctonia spp.'lerinin sınıflandırılmasında genel olarak kullanılan geleneksel yöntemler;

- İzolatların besiyerindeki gelişim şekli, sklerot oluşumu, besi ortamında kültürün üst ve alttan renginin belirlenmesi,
- İzolatların hif çaplarının belirlenmesi,
- İzolatların sklerot büyüklerinin belirlenmesi,
- İzolatların çekirdek sayılarının belirlenmesi,
- Hifal anostomoz gruplarının belirlenmesi,

- Patojenisite özelliklerinin belirlenmesidir (Sneh vd., 1991).

Rhizoctonia cinsi içerisinde üzerinde en çok çalışılan tür *R. solani* olmaktadır (Garcia vd., 2006). *R. solani*, hastalıklı patates yumruları üzerinde 1858 yılında Kühn tarafından tespit edilmiştir (Gondle, 2018). Birçok farklı grubu içerisinde bulunduran *Rhizoctonia*'ların bir kısmı mikorizal, bir kısmı saprofitik iken birçoğu da tarımsal ürünlerde hastalık oluşturan ekonomik açıdan önemli patojenlerdir. Pirinç, buğday, arpa, fasulye, çilek, patates, şeker pancarı, domates, lahana ve pamuk hastalığının görüldüğü ekonomik açıdan önemli bitkiler olmaktadır. *Rhizoctonia* spp. genellikle topraktan izole edilebilir ve tarım alanlarında, süs bitkileri ve orman alanları gibi alanlarda geniş bir konukçu yelpazesine sahip önemli patojenlerdir.

Rhizoctonia hem toprak kökenli hem de tohum kaynaklı bir hastalık etmeni olup, değişik bitkilerde de farklı semptomların (gövde ve stolon kanseri, yaprak yanıklığı, tohum çürüklüğü, yapraklarda sararma, kök çürüklüğü ve çökerten) oluştuğu görülmektedir (Garcia vd., 2006; Kılıçoğlu, 2009; Gondle, 2018).

Rhizoctonia solani olumsuz koşullarda canlılığını sklerot formunda sürdürebilmektedir. Toprak, konukçu bitki, yabancı ot veya rotasyon ürünleri, bitki artıkları, enfekteli tohumlar inokulum kaynakları olmaktadır (Gondle, 2018).

Sıcaklık *R. solani*'nin gelişmesinde önemli bir faktör olmaktadır. Gelişmesi için optimum sıcaklığı 24-32 °C arasında olup, sklerot oluşumu için ise 18-25 °C arasındadır (Harikrishnan ve Yang, 2004). Hastalığın eşeyli döneminin görülebilmesi için optimum sıcaklık aralığı 20-30 °C'dir. Ayrıca yüksek nem (%40-60 nispi nem) de gerek duymaktadır. Patojenin optimum pH aralığı ise 4,5-7'dir. Bu ekolojik istekleri *R. solani*'nin dahil olduğu AG'ye göre değişiklik gösterebilmektedir (Sneh vd., 1991; Tuncer, 2008).

Rhizoctonia solani ve binükleat *Rhizoctonia* izolatları hifal birleşme reaksiyonlarına bağlı olarak anastomosis gruplarına (AG) ayrılmaktadır (Anderson, 1982). Anastomosis, akraba hifler arasında oluşan somatik veya vejetatif uyumu belirlemektedir. AG reaksiyonlarını tanımlamada farklı terminolojiler kullanılmasına rağmen, son olarak dört kategoriden (C0, C1, C2, C3) oluşan bir sistem kullanılmaktadır (Carling vd., 1989).

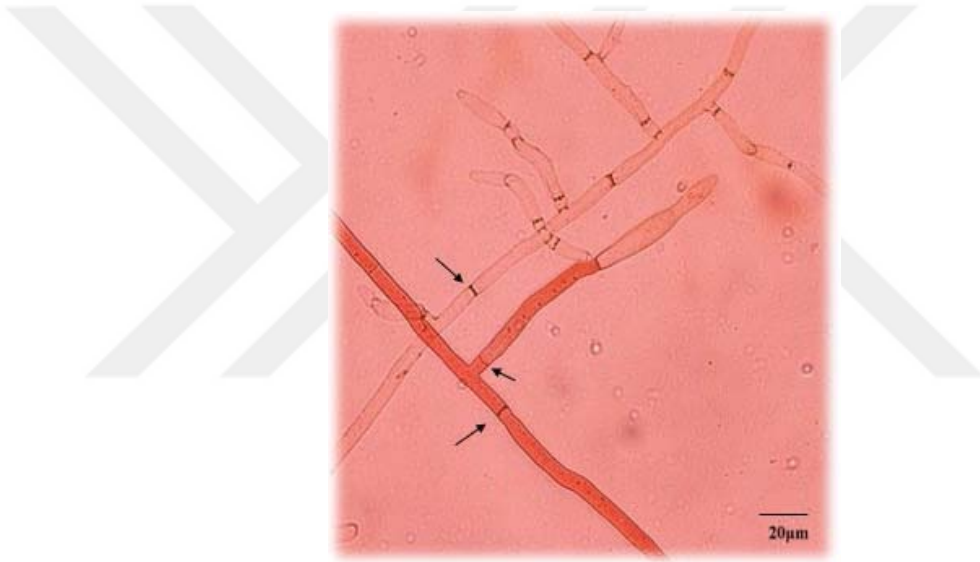
C0: Farklı AG'leri ifade etmekte olup hücreler arasında hiçbir etkileşim söz konusu değildir.

C1: İzolatlar arasında sitoplazmik anastomosis oluşumu meydana gelmez. Daha uzak akraba durumu söz konusudur.

C2: Aynı AG içerisinde fakat farklı vejetatif olarak uyuşabilen popülasyon (VCP) içerisinde ifade edilir.

C3: Vejetatif olarak uyumlu çok yakın akraba ilişkisi olan izolatlardır (Uğurtay, 2011; Sneh vd., 2013).

Fungusun tanımlanmasında hiflerin birbiriyle dik (90°) açı yapacak şekilde düzgün dallanması önemli olmaktadır. Dallanmanın başlangıç noktasına yakın bir septum oluşmakta ve dallanmanın bulunduğu bölgede bir hif boğumlanması meydana gelmektedir (Karaca, 1974), (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. *Rhizoctonia* türlerinin karakteristik hif yapısı

1953'lü yıllarda, *R. solani*'nin tarım alanlarındaki popülasyon yoğunluğunun mevsimsel değişimleri incelenmiş ve *Rhizoctonia* popülasyonunun bahar aylarında arttığı, yaz boyunca sabit kaldığı, sonbaharda ise yeniden artış gösterdiği tespit edilmiştir. 1960'lı yıllarda AG sayısı 4 olan *R. solani*, 1970'lerde 7'ye, 1980'lerde ise 11'e yükselmiştir. 1990'lı yıllarda biyoteknolojik çalışmalar hız kazanmış; ELISA, RAPD gibi moleküler teknikler, ribozomal DNA polimorfizmi ve transgenik dayanıklı bitki kullanımı gibi araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Ogoshi, 1996).

Daha önceki çalışmalara göre MN *R. solani* izolatları 14 anastomosis gruba ayrılmış (AG 1-13 ve AG BI), fakat yapılan moleküler ve mikroskobik çalışma verilerine göre AG BI grubu AG 2 içerisine bir alt grup olarak dahil edilmiştir (AG 2

BI) (Carling vd., 2002). Son çalışmalara göre MN *R. solani* izolatları 13 adet anastomosis gruba (AG 1, AG 2, AG 3, AG 4, AG 5, AG 6, AG 7, AG 8, AG 9, AG 10, AG 11, AG 12 ve AG 13) ayrılmıştır. MN *R. solani* izolatlarının bazılarının AG'ları kendi aralarında da alt gruplara ayrılmaktadır. AG 1 dört alt gruba (IA, IB, IC ve ID), AG 2 beş alt gruba (1, 2, 3, 4 ve BI), AG 3 iki alt gruba (TB ve PT), AG 4 üç alt gruba (HG-I, HG-II ve HG-III) ve AG 6 ise beş alt gruba (HG-I, Gv1, Gv2, Gv3 ve Gv4) ayrılmıştır (Sneh vd., 1991; Ogoshi, 1996; Carling vd., 1994; 1999; 2002). Bunların dışında MN tür olan *Waitea circinata* koloni morfolojisine göre *W. circinata* var. *oryzae* (anamorf dönem: *Rhizoctonia zae*) ve *W. circinata* var. *zae* (anamorf dönem: *Rhizoctonia oryzae*) olmak üzere alt gruplara ayrılmaktadır (Gunnell, 1986; Garcia vd., 2006).

Önceki çalışmalara göre BN *Rhizoctonia* izolatları, 21 anastomosis grubuna (AG A-U) ayrılmıştır (Kronland ve Staghellini, 1988; Sneh vd., 1991; Hyakumachi vd., 2005). Ancak, moleküler ve mikroskopik çalışmalar sonucunda, AG-J'nin clamp connection yaptığı, AG-M'nin kültür koleksiyonunda bulunmadığı, AG-N'nin BN *Rhizoctonia* olmadığı, AG-T'nin AG-A ile, AG-U'nun ise AG-P ile anastomosis yaptığı ve moleküler olarak bu gruplar içinde yer aldığı bildirilmiştir (Sharon vd., 2008). Son çalışmalar ve değerlendirmeler doğrultusunda, BN *Rhizoctonia* izolatlarının 18 anastomosis grubuna (AG-A, AG-B, AG-C, AG-D, AG-E, AG-F, AG-G, AG-H, AG-I, AG-K, AG-L, AG-O, AG-P, AG-Q, AG-R, AG-S, AG-V ve AG-W) ayrıldığı tespit edilmiştir (Sharon vd., 2008; Yang, 2013; Yang vd., 2015; Aiello vd., 2017; Dong vd., 2017).

Rhizoctonia grupları (AG 1, AG 2-1, AG 2-2 ve AG 4) ekonomik açıdan önemli ürün kayıplarına neden olup, bazı sebzelerde çökerten, kök çürüklüğü, hipokotil çürüklüğü, meyve ve tohum çürüklüğü gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Aynı anastomosis grubunda yer alan bazı izolatlar farklı anastomosis grubunda olan izolatlar gibi kültürel özellikler ve virülenslik bakımından değişiklikler gösterebilir. BN *Rhizoctonia* grubunda bulunan izolatlar genelde kültür bitkilerinin kök bölgelerinden izole edilir. Bunlar ya non patojen ya da zayıf patojendir. Genellikle bu grupta bulunan izolatlar kök çürüklüğü hastalığına karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilirler (Cardoso ve Ehandi, 1987; Kılıçoğlu, 2009). Fakat BN *Rhizoctonia*'lardan bazılarının (AG-D, AG-E, AG-F, AG-R) fasulye, turp, şeker

pancarı, soğan ve çilek gibi bitkilerde kök çürüklüğüne veya çökertene sebep olduğu bilinmektedir (Karaca vd., 2002; Fang vd., 2013).

Hava koşullarının değişimlerine bağlı olarak sıcaklıkların artması sebebiyle her yıl bir önceki yıla göre hastalıkla bulaşık ürün sayısının ve hastalık şiddetinin arttığı gözlemlenmektedir (Baiswar vd., 2010). Zamanla meydana gelen bu değişimler göz önüne alınarak *R. solani*'nin patojen özellik gösteren anastomosis gruplarının dağılımında da değişimler meydana gelmektedir.

2.2. Moleküler Yöntemlerle Patojen Tanımlama ve Filogenetik Analiz

Ribozomal RNA (rRNA) genleri arasındaki ITS bölgesi, fungal barkodlama için evrensel olarak kabul edilen birincil markördür. ITS bölgesinin (ITS1-5.8S-ITS2) türler arasında yüksek oranda değişkenlik göstermesi, ancak tür içinde büyük ölçüde korunmuş olması, onu taksonomik çalışmalar için ideal kılmaktadır. Carling vd. (2002), *R. solani* kompleksindeki anastomosis gruplarının (AG) sınıflandırılmasında ITS sekans analizinin, geleneksel hif birleşme testlerine göre daha kesin ve tekrarlanabilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuş ve bu yöntemin, gruplar arasındaki filogenetik ilişkileri aydınlatmadaki üstünlüğünü kanıtlamıştır. Benzer şekilde, Sharon vd. (2008) tarafından yapılan kapsamlı bir çalışma, rDNA-ITS dizi verilerinin, klasik anastomosis gruplamalarının genetik temelini desteklediğini ve *Rhizoctonia* cinsinin filogenetik sınıflandırılması için sağlam bir temel oluşturduğunu doğrulamıştır. Türkiye'de yapılan yerel çalışmalar da ITS'nin önemini pekiştirmektedir. Erper vd. (2021), Samsun ilindeki kırmızı lahanalardan izole ettikleri *Rhizoctonia* popülasyonunu ITS dizi analizi ile karakterize ederek AG 4, AG 5 ve AG-A gruplarının varlığını ve dağılımını net bir şekilde ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalar, ITS bölgesinin, hem küresel hem de yerel ölçekte *Rhizoctonia* popülasyonlarının kimliğini belirlemede vazgeçilmez bir araç olduğunu göstermektedir.

Palacıoğlu vd. (2023), çeşitli bitki patojeni funguslar üzerinde yaptıkları çalışmada, SCoT markör sisteminin tür içi ve türler arası polimorfizmleri saptamada son derece etkili olduğunu bildirmiştir. Çalışmaları, SCoT primerlerinin yüksek oranda polimorfik bantlar (%97.28) ve yüksek bir "çözümleme gücü" (resolving power) üreterek funguslar arasındaki genetik farklılıkları hassas bir şekilde ortaya koyabildiğini göstermiştir. Bir başka çalışmada ise Etminan vd. (2016), *Fusarium* türlerinin genetik çeşitliliğini incelerken SCoT markörlerinin ISSR'ye göre daha bilgilendirici ve polimorfik olduğunu rapor etmişlerdir. Bu bulgular, SCoT'un sadece

genetik çeşitliliği ölçmekle kalmayıp, aynı zamanda işlevsel genlerle bağlantılı olası adaptif varyasyonlar hakkında da ipuçları sunabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle SCoT analizi, çalışmamızdaki *Rhizoctonia* izolatları arasındaki genetik ilişkileri ve popülasyon yapısını yüksek çözünürlükte aydınlatmak için güçlü bir tamamlayıcı yöntem olarak benimsenmiştir. Bu çift markörlü yaklaşım (ITS ile kimlik belirleme ve SCoT ile çeşitlilik analizi), patojen popülasyonunun kapsamlı bir moleküler portresini çıkarmak için sağlam bir metodolojik temel sunmaktadır.

2.3. *Rhizoctonia* Türlerinin Karakteristik Özellikleri, Patojenisiteleri ve Mücadelesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Rhizoctonia grubuna giren funguslar, dünya genelinde geniş bir yayılım gösterir ve pek çok bitki çeşidinde ekonomik yönden önemli zararlar meydana getiren toprak kaynaklı hastalık etmenlerindedir (Ogoshi, 1996; Carling vd., 2002; Karaca vd., 2002).

Türkiye’de çeşitli bitkiler üzerinde yapılan araştırmalarda, hem MN *R. solani* hem de BN *Rhizoctonia* spp.’nin anastomosis grupları belirlenmiştir (Tuncer ve Erdiller 1990; Demirci ve Döken 1995; Karaca vd., 2002; Yıldız ve Döken, 2002; Eken ve Demirci 2003; Eken ve Demirci 2004; Erper vd., 2006).

Besi ortamlarında ve çürüyen bitkilerde, *Rhizoctonia* türlerinde farklı boyutlarda sklerotlar meydana gelmektedir. Bazıları zor fark edilirken, bazıları ise 6 mm'ye kadar büyüebilmektedir. Sklerotların şekilleri genellikle yassı, düzensiz, koyu kestane rengi veya siyah olup, yüzeyleri her zaman düz olarak gözlemlenmiştir. Sklerotlar genellikle sıkı bir şekilde bir araya gelmiş monolioid hücre kümelerinden oluşurken, bazıları ise farklılaşmış hiflerden oluşmaktadır (Karaca, 1974).

Rhizoctonia grubu fungusların neden olduğu çökerten hastalığı, fideliklerde ve tarlalarda genç bitkilerin fide döneminde kök boğazından enfekte olmasıyla ortaya çıkar. Bu hastalık, sebzelerin yanı sıra pamuk, tütün ve şeker pancarında da görülmüştür. Fungusun miselleri hipokotilden bitki dokularına yayılarak kök boğazının çürümesine neden olur. İlk olarak kök boğazında kahverengileşme görülür ve hastalığın ilerlemesiyle çürüme artar. Bitki ayakta duramaz hale gelir ve toprağa devrilir. Bu süreçten sonra hızla kuruma meydana gelir. Çökerten hastalığı, fide toprak yüzeyine çıktıktan sonra (çıkış sonrası) görülebildiği gibi, fide henüz toprak altında iken (çıkış öncesi) de ortaya çıkabilir. Bu durumda *Rhizoctonia*, fideyi toprak altında

öldürür. Kuru çürüklük belirtileri ise şeker pancarı, patates, turp ve havuç gibi bitkilerin yumrularında görülür. Kuru çürüklüğün yumru kabuğunda yüzeysel kaldığı ve derinlere işlemediği belirtilmiştir (Karahana, 1971).

Araştırmacılar, ABD'nin New York ve Kolombiya eyaletlerinde yetiştirilen fasulyelerde *R. solani* izolatlarını incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada toplam 39 izolat tespit etmişlerdir (Galindo vd., 1982). New York'taki fasulyelerin hipokotil ve rizosfer toprağından 33 izolat, Kolombiya ile Güney Amerika'daki fasulye yapraklarından ise altı izolat elde edilmiştir. Araştırmada, *R. solani* izolatlarının anastomosis grupları (AG), kültürel özellikleri ve patojenisiteleri analiz edilmiştir. New York'tan izole edilen *R. solani* izolatlarının, test izolatlarıyla karşılıklı aşılması sonucunda 18 izolatın AG 4, beş izolatın AG 2, dört izolatın AG 1 grubunda yer aldığı, altı izolatın ise hiçbir test izolatı ile anastomosis oluşturmadığı belirlenmiştir. Kolombiya'dan elde edilen izolatların tamamının AG 1 olarak sınıflandırıldığı bildirilmiştir. Patojenite testleri, düşük virülansa sahip izolatların hipokotillerde hafif renk değişimlerine neden olduğunu, yüksek virülansa sahip izolatların ise çökerten hastalığına yol açtığını göstermiştir (Galindo vd., 1982).

Farklı araştırmalarda, *R. solani*'ye ait AG'ların yanı sıra, BN *Rhizoctonia* spp. ve *R. zae*'ya ait bazı izolatların da farklı bitki türlerinde patojen oldukları rapor edilmiştir (Burpee vd., 1980; Lipps ve Herr, 1982; Sumner, 1985; Li vd., 1998; Ploetz vd., 1985). Araştırmacılar, ABD'nin Florida eyaletinde yetiştirilen soya fasulyesi ve çavdarlarda dokuz farklı AG belirlemişlerdir (Ploetz vd., 1985).

Tuncer ve Erdiller (1990), Orta Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen fasulye, soya fasulyesi, biber, domates, arpa, buğday, patates, nohut, tütün, şeker pancarı ve havuçtan toplam 153 *R. solani* izolatı elde etmişlerdir. Yapılan araştırmalar sonucunda AG 2-1, AG 3, AG 4, AG 5, AG 6 ve AG 8 grupları tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada elde edilen AG'lara ait izolatların kültürel özellikleri de detaylı bir şekilde incelenmiştir. Patojenite testleri, AG 4'ün soya fasulyesinde kök çürüklüğüne neden olduğunu, AG 5'in ise fasulye kök ve kök boğazında kızıl-kahverengi çökük lekeler oluşturduğunu ortaya koymuştur. İç Anadolu'da yapılan bir çalışmada; arpa, buğday, patates, biber, domates, fasulye, soya fasulyesi, tütün, şeker pancarı, havuç, karanfil ve topraktan 153 izolat elde edilmiştir. Bunlardan 15'inin AG 2 tip 1, 82 tanesinin AG 3, 29 tanesinin AG 4, 15 tanesinin AG 5, 8 tanesinin ise AG 8'e ait olduğu tespit edilmiştir (Tuncer ve Erdiler, 1992).

Carling vd. (1994), Avustralya’da acı bakla örneklerinden elde ettikleri *R. solani* AG 11 izolatlarının konsantrik halkalar şeklinde, kahverengiden koyu kahverengine kadar değişim gösterdiğini, bazı izolatların ise sarımsı bir gelişim sergilediğini, sklerotların ise taba renginden açık kahverengine kadar farklılaştığını belirtmişlerdir.

Erper vd. (2006), Amasya’da soğan üretim alanlarında yaptıkları çalışmada 42 *Rhizoctonia* spp. izolatı elde etmişlerdir. Bu izolatların, %29’unun *R. solani* AG 4, %69’unun *Waitea circinata* var. *zeae* ve %2’sinin BN *Rhizoctonia* AG-B’ye ait olduğu tespit edilmiştir. *W. circinata* var. *zeae*, *R. solani* AG 4 ve BN *Rhizoctonia* AG-B izolatlarının 15, 20, 25, 30 ve 35 °C’de gelişim gösterdiği, ancak 30 °C’ye kadar büyümenin arttığı, bu sıcaklıktan sonra ise azalma olduğu gözlemlenmiştir. Patojenite çalışmaları, *R. solani* AG 4’ün en yüksek virülense sahip olduğunu, *W. circinata* var. *zeae*’nin orta derecede virülens gösterdiğini, BN *Rhizoctonia* AG-B’nin ise bitkiler üzerinde en düşük virülense sahip olduğunu ortaya koymuştur.

2007-2009 yılları arasında Çorum bölgesinde gerçekleştirilen survey çalışmaları kapsamında, patates (*Solanum tuberosum*) bitkilerinin toprak altında kalan hastalıklı gövde ve yumrularından örnekler alınmıştır. Patates bitkilerinde boy kısılığı, zayıf gelişim ve tepe yapraklarında antosiyanin birikimine neden olan *R. solani*’nin, toprak altındaki gövdelerde içe çökük kırmızımsı kahverengi lezyonlu alanlar, yumrular üzerinde ise çok sayıda siyah renkli sklerotların meydana geldiği gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, patates tarlalarından toplanan bitkilerin toprak altındaki miselyum ve lezyon görülen gövdelerinden yapılan izolasyonlarda *R. solani*’nin değil, *Fusarium* türlerinin varlığı belirlenmiştir. Sklerotlu yumruların yapılan izolasyonlar sonucunda ise elde edilen tüm izolatların *R. solani* AG 3 olduğu tespit edilmiştir (Eraslan, 2010).

Erzurum ilinde 2006-2008 yılları arasında yapılan bir çalışmada, çilek bitkilerinin kök ve gövde bölümlerinden alınan örneklerden 306 *Rhizoctonia* spp. izolatı elde edilmiş ve bu izolatların anastomosis grupları (AG), mikroskopik özelliklerine göre Ogoshi (1975) yöntemiyle belirlenmiştir. İzolatların %17.3’ünün *R. solani* (AG 2-1, AG 3), %82.7’sinin ise BN *Rhizoctonia* (AG-A, AG-G, AG-H, AG-K) olduğu tespit edilmiştir. Kültürel özelliklerin incelendiği çalışmada, MN *R. solani* AG 3 ve AG 2-1 ile BN *Rhizoctonia* AG-K ve AG-H izolatlarının 5°C’de gelişme gösterdiği, ancak BN *Rhizoctonia* AG-A ve AG-G izolatlarının bu sıcaklıkta gelişmediği belirlenmiştir. AG-G izolatlarının günlük misel gelişimleri 30 °C’ye kadar

artarken, diğ er anastomosis gruplarında bu artış 25 °C’de sınırlı olmuştur. AG-G, AG-A ve AG-K izolatlarının 35 °C’de de gelişmeye devam ettiğ i, ancak AG 3, AG 2-1 ve AG-H izolatlarının bu sıcaklıkta gelişmediğ i tespit edilmiştir. AG 2-1 izolatları en hızlı gelişim gösteren grup olurken, AG-H izolatları en yavaş gelişim sergileyen grup olmuştur. Patojenite testleri sonucunda, AG 3, AG-A, AG-G ve AG-K izolatlarının en virulent gruplar olduğ u bildirilmiştir (Durak, 2011).

Zhao ve Wu (2014), Çin’de şeker pancarları üzerinde yaptıkları çalışmalarında, *Rhizoctonia* AG-2-2-IIIB izolatlarının kolonilerinin kahverengi, sklerotlarının ise koyu kahverengi renkte olduğ unu rapor etmişlerdir.

Endüstri bitkileri arasında yer alan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*), geniş kitlelerin beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Dünya genelinde üretilen toplam şekerin yaklaşık %20-30’u şeker pancarından elde edilmektedir. Şeker üretiminde, şeker kamışından sonra en önemli ikinci ürün olarak öne çıkmaktadır (Özdoğan, 2020). Şeker pancarı üretimi, çiftçilerin diğ er ürünlere kıyasla birim alandan daha fazla gelir elde etmesine, tarım işletmelerinde modern tarım teknolojilerinin ve münavebe sistemlerinin yaygınlaşmasına, şeker pancarından sonra ekilen ürünlerin verimlerinin artmasına ve yan ürünleri olan baş, posa ve melas sayesinde hayvancılığın gelişmesine katkı sağlamaktadır. Pancar kalitesi, fabrikada şekerin işlenmesiyle doğrudan ilişkilidir. Düşük kaliteli pancar, hasat edilen miktardan elde edilen beyaz şeker oranını azaltmakta ve depolama sırasında kayıplara yol açmaktadır. Kök çürüklüğü hastalıkları, şeker pancarı üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir ve kök çürüklüğü etmenleri arasında en yaygın olanlardan birinin *Rhizoctonia* olduğ u belirlenmiştir (Barreto vd., 2020; Şahiner, 2020).

Dünyanın farklı bölgelerinde şeker pancarı ekimi yapılan alanlarda bu patojenin varlığı *Rhizoctonia* türlerinin varlığı önemli sorunlar oluşturmaktadır (Herr, 1996). Bazı durumlarda *Rhizoctonia* %50’den fazla kök veriminde azalmaya neden olabilmektedir (Allen vd., 1985). İlk olarak şeker pancarının dış yapraklarının öldüğü ve sarardığı, daha sonra bitkinin tamamen öldüğü gözlenmiştir (Windels ve Lamey, 1988; Borodynko vd., 2011). Bu fungus ayrıca salgılanan toksinler yoluyla bitki büyümesini de olumsuz yönde etkileyebilir (Moliszevska, 2009). Genel olarak genç fideler yaşlı bitkilere göre *Rhizoctonia*’nın neden olduğ u kök çürüklüğüne karşı daha hassastırlar (Dreistadt, 2001; Lewis ve Lumsden, 2001). Şeker pancarları enfeksiyondan kurtulduktan sonra verimi oldukça düşmektedir. Kökler enfeksiyona

maruz kalmış ise depolama sırasında çürümeye karşı daha hassas olmaktadır. Bu hastalığa karşı entegre mücadele içerisinde ürün rotasyonu, uygun toprak yapısı ve patojene dayanıklı çeşitlerin kullanımı oldukça önem arz etmektedir (Büttner vd., 2002; Buddemeyer ve Marlandar, 2004).

Şeker pancarında çökerten, taç ve kök çürüklüğüne yol açan hastalık etmeni *R. solani* iken, mor kök çürüklüğüne neden olan etmen *R. crocorum*'dur. *R. solani*'nin AG 2-2 IIIB, AG 2-2 IV ve AG 4 anastomosis grupları, şeker pancarında en virulent hastalık etkenleri arasında yer alır. AG 2-2 IV, AG 2-2 IIIB'ye kıyasla daha düşük toprak sıcaklıklarında zarar oluştururken, AG 2-2 IIIB, AG 2-2 IV'den daha agresif bir yapı sergiler. *R. solani*, ürünlerde yılda %2'lik bir kayba neden olmaktadır. Tarladaki ürün tamamen kaybolana kadar hastalık belirtileri gözlemlenmeyebilir. Hastalığın ilk belirtileri, toprakla temas eden yaşlı yaprak saplarının enfekte olmasıyla ortaya çıkar. Bu belirtiler, bitkinin kök ve taç kısmında, ayrıca yaprak saplarının diplerinde siyah lezyonlar olarak görülür (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. *Rhizoctonia solani*'nin yaprak saplarında oluşturduğu siyah lekeler

Patojen, bitki dokularına zarar vererek kök ve taç kısmına doğru ilerler. Gövdede ilk belirtiler, lokalize, koyu ve halkasal lezyonlar şeklinde başlar, hastalık ilerledikçe bu lekeler merdiven benzeri bir görünüm alır. Köklerde ise koyu kahverengiden siyaha kadar değişen bir renk değişimi meydana gelir. Enfekte köklerde sağlıklı ve hastalıklı dokular arasındaki sınır net bir şekilde görülebilir. Erken ve şiddetli enfeksiyonlarda, köklerde çatlaklar oluşur ve bu çatlaklarda sekonder enfeksiyonlar gelişir. Zamanla, tarlada genel bir solgunluk ve bitki ölümleri görülür. *R. solani* ile enfekte olan fideler suya batırılmış gibi bir görünüm alır. Bu durum, dokuda ve toprak yüzeyinin altında kararma olarak başlar, hipokotile doğru yayılarak kahverengi-siyah bir renk alır. Son

aşamada, fideler genellikle solar ve çoğunlukla ölür (Scholten vd., 2001; Avan ve Katırcıoğlu, 2019; Liu vd., 2019; Barreto vd., 2020) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Şeker pancarı köklerinde *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu merdiven şeklindeki lezyonlar

Anastomosis grupları arasında AG 4'ün şeker pancarı bitkisinde çökertenin ana nedeni olduğu tespit edilmiştir (Nagendran vd., 2009; Hanson ve McGrath, 2010; Berdugo vd., 2012).

Şeker pancarı tarım alanlarında bitkinin özellikle kök bölgelerinde ve yapraklarında görülen *Phoma betae*, *Fusarium spp.*, *Aphomyces cochlioides* gibi birçok hastalığın yanında *R. solani*'nin sebep olduğu hastalık belirtilerine de oldukça fazla rastlanıldığı bildirilmiştir (Piszczek vd., 2012; Skonieczek ve Nowakowski, 2013).

Herr ve Roberts (1980), hastalıklı şeker pancarlarından, şeker pancarı yetiştirilen tarlalardaki yabancı otlardan ve topraktan elde ettikleri *Rhizoctonia* örneklerini, kültürel özelliklerine, anastomosis gruplarına, çekirdek sayılarına ve patojenisite özelliklerine göre sınıflandırmıştır. Bu çalışmada, çok çekirdekli izolatlar AG 2 ve AG 4 olarak tanımlanmıştır.

Mısır'daki farklı tarlalardan toplanan fide ve olgun dönem şeker pancarına ait 43 örneğin %28,6'sının AG 2-2, %64,3'ünün AG 4 ve %7,1'inin AG 5 olduğu rapor edilmiştir. Patojenisite testleri, AG 4'ün fide döneminde AG 2-2 ve AG 5'e göre daha virulent olduğunu, AG 2-2'nin ise daha olgun şeker pancarı köklerinde daha virulent özellik gösterdiğini ortaya koymuştur (Windels ve Nabben, 1989).

Moliszewska ve Schneider (2002), şeker pancarından izole ettikleri 2 AG 5 ve 1 AG 4 izolatının laboratuvar koşullarında ve tarlada patojenik özelliklerini

incelemişlerdir. AG 5 izolatlarının zayıf patojenik özellik sergilemesine rağmen, kotiledon yapraklarının yüzey alanını azalttığı, AG 4 izolatının ise çıkış öncesi çökerten belirtileri gösterdiği tespit edilmiştir.

Rhizoctonia solani AG 2-2, şeker pancarında *Rhizoctonia* taç ve kök çürüklüğünün başlıca nedeni olup, enfeksiyonlar genellikle bitkinin taç kısmında başlamaktadır. Ancak bazı durumlarda enfeksiyon, bitkinin toprakla temas ettiği noktalarda ya da toprak altı kısmında dairesel lezyonlar şeklinde de ortaya çıkabilmektedir (Harveson vd., 2009).

Şeker pancarı fidelerinde genellikle *R. solani*'nin AG 1, AG 2-2, AG 4, AG 5, AG 6 ve AG 10 gruplarına rastlanırken, taç ve kök çürüklüğüne en fazla neden olan alt grubun AG 2-2 olduğu ve AG 4 grubunun da oldukça yaygın görüldüğü belirlenmiştir (Windels ve Nabben 1989; O'Sullivan ve Kavanagh 1991; Rush vd., 1994; Herr, 1996; Strausbaugh vd., 2011; Yassin, 2013).

Sırbistan'da taç ve kök çürüklüğü belirtileri gösteren şeker pancarlarının kök bölgesinden toplanan 20 izolat, patojenik özellikleri, anastomosis grupları ve moleküler özelliklerine göre iki gruba ayrılmıştır. Birinci grubun AG 4 HG-II, ikinci grubun ise AG 2-2 IIIB'ye ait olduğu belirlenmiştir (Stojšin vd., 2011).

Taç ve kök çürüklüğüne AG 2-2 kadar sık rastlanmasa da; şeker pancarı tarlalarındaki ölümlerin bir kısmının AG 4 kaynaklı çürümelerden de sorumlu olduğu belirtilmiş, ancak AG 2-2'nin daha yaygın hastalığa neden olduğu tespit edilmiştir (Strausbaugh vd., 2011; Zhang vd., 2015).

Avan (2020), Konya'daki şeker pancarı ekim alanlarından 71 *Rhizoctonia* izolatı toplamıştır. Çalışmada, klasik ve moleküler yöntemler kullanılarak izolatların anastomosis grupları tespit edilmiştir. İzolatların 61'i multinükleat (AG 2-2IIIB, AG 4 (HG-I, HG-II, HG-III), AG 5, AG 11), 10'u ise binükleat (AG-A ve AG-K) *Rhizoctonia* spp. olarak sınıflandırılmış ve en yaygın izolatın AG 2-2 IIIB olduğu belirlenmiştir.

2.3.1. *Rhizoctonia* ile Mücadele Yöntemleri

Rhizoctonia solani, çevresel koşullar uygun olduğunda saprofit olarak büyümektedir (Boine vd., 2014). Şeker pancarı ekim alanlarında *Rhizoctonia* kaynaklı hastalığın yoğun olarak görüldüğü dikkat çekmekte ve bu durum hastalıkla mücadeleyi güçleştirmektedir (Anees vd., 2010).

Rhizoctonia solani'nin toprakta ve pek çok konukçu bitkide yüksek hayatta kalma yeteneğine sahip olması, fungusa karşı etkili koruma yöntemlerinin geliştirilmesini zorlaştırmaktadır (Ruppel ve Hecker, 1994; Buhre, 2008; Nowakowski vd., 2014).

Entegre mücadele, ekolojik koşullar dikkate alınarak tüm mücadele yöntemlerinin uyum içinde bir arada kullanılmasıyla zararlı organizmaların popülasyon yoğunluğunu azaltarak ekonomik zarar eşiğinin altına indirmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Aşçıoğul ve Tosun, 2009). Oldukça güçlü bir patojen olan *R. solani* ile başarılı bir mücadele, ancak entegre mücadele yönteminin uygulanmasıyla sağlanabilir. *R. solani*'nin kontrolünü zorlaştıran temel faktörler, geniş bir konukçu yelpazesine sahip olması ve organik materyalde miselyum, toprakta ise sklerot formunda yıllarca canlı kalabilmesidir (Aydın, 2008).

Son yıllarda toprak işleme yöntemlerinin uygulanması, toprağın korunması, nemin tutulması ve toprak kalitesinin artırılması açısından ürün üretiminde önemli faydalar sağlamıştır. Bu faydalar genellikle, toprakta biriken ürün kalıntılarındaki artışla ilişkilendirilmekte olup, kalıntı miktarı, dağılımı, mevcut ürün kalıntılarının türü ve yönelimine bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Sumner vd., 1981; Smika ve Unger, 1986; Lafond vd., 1996; Bockus ve Shroyer, 1998).

Rhizoctonia solani ile mücadelede en ekonomik ve sürdürülebilir yöntemlerden biri, hastalığa dayanıklı çeşitlerin kullanımudur. Ancak, bu tür çeşitlerin geliştirilmesi uzun zaman alabilmektedir. Bu süreçteki temel sorunlardan biri, dayanıklı çeşitlerin, hassas ticari çeşitlere kıyasla daha düşük verime sahip olması ve yüksek dirençli çeşitlerin oldukça sınırlı sayıda bulunmasıdır. Bu nedenle, üreticiler genellikle *R. solani*'ye karşı kısmi direnç gösteren, ancak yüksek verim sağlayan çeşitleri tercih ederek fungusit kullanımıyla birlikte optimum verim almayı hedeflemektedir (Strausbaugh vd., 2011; Zhang vd., 2021).

A.B.D'nin Michigan eyaletinde Halloin ve Johnson (2000), düşük verimli ancak yüksek dayanıklılığa sahip bir şeker pancarı çeşidini hassas bir çeşit ile karıştırarak *Rhizoctonia* taç ve kök çürüklüğünü azalttıklarını rapor etmişlerdir. Büttner vd. (2004), ise dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin kullanımının, kök çürüklüğü hastalığının entegre kontrolünde oldukça etkili bir çözüm sunduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye’de yapılan bir araştırmada, 10 farklı şeker pancarı eşidinin (5K613, 5K614, Boa, Lider, Eldorado, Iguana, Mohican, Rodeo, Valentina ve Rodeo), *R. solani*’nin en virüent izolatlarına (AG 2-2 IIIB ve AG 4 (HGI-HGII-HGIII)) karşı dayanıklılıkları test edilmiş ve hiçbir çeşidin dirençli olmadığı belirlenmiştir (Avan, 2020). Ayrıca, ölkemizde yaygın olarak yetiştirilen 30 fasulye eşidinin *R. solani*’ye karşı dayanıklılık durumları incelenmiş, en virüent iki *Rhizoctonia* izolatu kullanılmıştır. Seher Yıldızı fasulye çeşidi 26 nolu izolata karşı en dayanıklı çeşit olurken, Yalova 5 en hassas çeşit olarak kaydedilmiştir. Test edilen hiçbir çeşidin 32 nolu izolata karşı direnç göstermediği saptanmıştır (Cankara, 2019). apar (2012), ise tez çalışmasında *R. solani*’nin farklı çeşitlerde sklerot oluşturma oranını belirlemek amacıyla Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen üç patates çeşidini (Marfona, Granola ve Vangogh) kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda, en dayanıklı çeşidin Vangogh (%34.1 hastalık şiddeti) olduğu tespit edilmiştir.

Rhizoctonia ta ve kök ürüklüğü mücadelesinde ürün rotasyonu oldukça önemliyken, bunun yanı sıra konukçu dayanıklılığı (Franc vd., 2001; Harveson, 2008; Buhre vd., 2009) ve hastalık için uygun fungusitlerin kullanımı (Kiewnick vd., 2001; Windels ve Brantner 2005; Kirk vd., 2008)’da oldukça önem arz etmektedir.

Rhizoctonia ta ve kök çürüklüğünün kontrolünde, konukçu olmayan bitkilerle en az 3 yıllık ürün rotasyonu yapılması önerilmektedir. Ancak, AG 2-2’nin şeker pancarı da dahil olmak üzere birçok bitkiyi konukçu olarak kullanabilmesi nedeniyle, diğer gruplara kıyasla daha fazla hastalığa yol açma potansiyeline sahip olduğu ve bu durumun daha ciddi tehditlere neden olabileceği belirtilmektedir (Sumner ve Bell 1982; Ruppel, 1985; Sneh vd., 1991; Rush vd., 1994).

Rhizoctonia ta ve kök çürüklüğünün etkilerini azaltmak amacıyla toleranslı şeker pancarı çeşitlerinin kullanılması ve konukçusu olmayan bitkilerle ürün rotasyonu önerilmektedir, ancak bu yöntemler yalnızca hastalığın kısmi kontrolünde etkili olmaktadır (Büttner vd., 2004; Buhre vd., 2009; Boine vd., 2014; Harveson vd., 2014).

ökerten riskini azaltmak için şeker pancarı genellikle toprak sıcaklıklarının düşük olduğu mevsimlerde erken ekilmektedir. Ancak son araştırmalar, *Rhizoctonia*’nın ökerten riskinin 15 °C’nin altındaki sıcaklıklarda azaldığını öne süren tahmin modellerinin güvenilir olmadığını ortaya koymuştur. Bulgular, fungusit uygulamasını 15 °C’nin üzerine kadar ertelemenin risk oluşturabileceğini göstermektedir (Minier ve Hanson, 2021).

Rhizoctonia solani'nin yol açtığı zararları en aza indirmek ve topraktaki inokulum miktarını düşürmek için monokültürden uzak durulmalı ve genellikle üç yıl veya daha uzun süreli ürün rotasyonları tercih edilmelidir. Ancak, *R. solani*'nin oldukça geniş bir konukçu yelpazesine sahip olması nedeniyle rotasyon uygulamaları her zaman etkili ve pratik sonuçlar sağlamayabilir (Tsrör, 2010; Strausbaugh vd., 2011).

Şeker pancarında olduğu gibi birçok bitkide monokültür tarımın uygulanması, *Rhizoctonia* taç ve kök çürüklüğü kaynaklı kayıpların artmasına neden olmaktadır (Neher ve Gallian, 2011). Şeker pancarında *R. solani* ile mücadele; kültürel önlemler, fungusit kullanımı ve dirençli çeşitlerin geliştirilip yaygınlaştırılmasına dayanmaktadır. *Rhizoctonia* türleri geniş bir konukçu yelpazesine sahip olmasına rağmen, bazı AG'ler ve alt gruplarının konukçu yelpazesi daha sınırlıdır. Örneğin, AG 2-2 ve AG 2-1'in konukçu aralığı daha dar olup şeker pancarı, patates, yonca ve kuru fasulye gibi bitkileri kapsamaktadır. Tahıllar (örneğin buğday, arpa ve mısır), *R. solani* AG 2-2'nin konukçusu olmadığından, şeker pancarı, soya fasulyesi ve ayçiçeği gibi geniş yapraklı bitkilerle münavebe için uygun kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bazı çalışmalar *R. solani* AG 2-2 IIIB'nin mısırdaki kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olabileceğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, şeker pancarının ardından mısır ekimiyle yapılan rotasyonlarda inokulum düzeyinin artış gösterebileceği belirlenmiştir (Noor, 2013; Liu vd., 2019).

Patateste *R. solani*, yeni oluşan yumrular üzerinde sklerotları aracılığıyla uzun süre canlılığını koruyabilmektedir. Dünya genelinde patateste en sık görülen anastomosis grubu olan AG 3'ün inokulum seviyesini düşürmek için en çok önerilen rotasyon yöntemi, patates ekimini üçgül (*Trifolium pratense* L.) ile devam ettirip ardından arpa (*Hordeum vulgare* L.) veya yulaf (*Avena sativa* L.) ekimi gerçekleştirmektir. Araştırmalara göre, *Rhizoctonia* hastalıklarını önlemek için arpa ile yapılan rotasyon bir dereceye kadar etkili olmakla birlikte, rotasyonda farklı bitkilerin (örtü bitkileri gibi) kullanılması da mümkündür. Bir çalışmada, patatesten önce çavdar ekiminin kök kanseri şiddetini azalttığı, ayrıca tüm çavdar uygulamalarının *R. zea* popülasyonunda önemli ölçüde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Larkin ve Brewer, 2020).

Avrupa'da şeker pancarında en yaygın görülen anastomosis grubu AG 2-IIIB'dir ve bu hastalık için ruhsatlı bir kimyasal ilaç bulunmadığından, kontrol altına

alınması oldukça zordur. AG 2-2IIIB, mısır da dahil olmak üzere birçok bitkiyi enfekte edebilmektedir. Şeker pancarından önce mısır yetiştirilmesi, hastalığın inokulum seviyesini etkileyebilmektedir (Kluth ve Varrelmann, 2010).

İran'da gübreleme, yağmurlama sulama, bitki yoğunluğunun kontrolü ve toprakta yeterli düzeyde organik madde bulundurulması gibi çeşitli önlemlerle yürütülen bir araştırma, patates ve domates yetiştirildikten sonra fasulye ekilmesinin *R. solani*'nin görülme oranını azalttığını ortaya koymuştur (Naseri ve Moradi, 2015).

Rhizoctonia solani ile mücadelede sürdürülebilir tarıma yönelik bilgiler oldukça kısıtlıdır ve genellikle mücadele yöntemleri kimyasal uygulamalara dayanmaktadır (Strausbaugh vd., 2011).

Rhizoctonia solani'ye karşı kimyasal mücadelede kullanılan aktif maddeler arasında flutolanil, pencycuron, azoxystrobin, captan, fludioxonil, iprodione, mancozeb, thiophanate-methyl ve thiabendazole bulunmaktadır (Bienkowski, 2012; Kankam vd., 2021). Ülkemizde ise fludioxonil, tolclofos methyl, fludioxonil + metalaxyl, metalaxyl + thiophanate methyl + fludioxonil, fludioxonil + sedaxane *R. solani*'ye karşı biber, patlıcan, hıyar, buğday gibi bitkilerin mücadelesinde kullanımda ruhsatlandırılmıştır.

Kataria vd. (1989), börülce fidelerinde *R. solani* kaynaklı çökerten hastalığı üzerine yaptıkları çalışmada, tolclofos-methyl'i en etkili fungusit olarak belirtmiş, ardından pencycuron, thiabendazole ve carboxine'in de etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Khan vd. (2009), şeker pancarlarında hastalığa neden olan *Rhizoctonia* AG 2-2-IIIB grubundaki patojenlere karşı azoxystrobin ve prothioconazole'un fungal gelişimi engellediğini, ancak difenoconazole'un etkili olmadığını belirlemişlerdir.

Bolton vd. (2010), şeker pancarı fideleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, AG 2-2-IIIB'nin, AG 2-2-IV'e göre daha agresif olduğunu ve hastalıkla mücadelede flutolanil ile azoxystrobin'in hastalığı önlemede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Tunus'ta gerçekleştirilen bir çalışmada, *R. solani*'nin *in vitro* ortamda fungusitlere karşı duyarlılığı incelenmiştir. Araştırmada, *R. solani* izolatlarının düşük konsantrasyondaki fludioxonil ve pencycuron'a duyarlı olduğu, ancak azoxystrobine karşı direnç gösterdiği belirlenmiştir (Djébalı vd., 2014). Dikim esnasında uygulanan

azoxystrobin gibi fungusitler erken dönemde görülen enfeksiyonları geciktirebilir fakat enfeksiyonu tamamen önleyemediği bildirilmiştir (Strausbaugh vd., 2011).

Geliştirilmiş tarla drenajı, serin topraklarda erken ekim yapılması ve buğday ile arpa rotasyonu, önemli mücadele yöntemleri arasındadır. Azoxystrobin, 1999 yılında tescil edilmesinden bu yana Amerika'da *R. solani*'ye karşı en yaygın kullanılan fungusit olmuştur (Khan vd., 2010, Khan ve Carlson, 2012) fakat yine bu ülkede bu patojenin azoxystrobin'e dirençli izolatların görülmesi de fungusit direnci konusunda bazı endişelerin artmasına sebebiyet vermiştir (Olaya vd., 2012).

Quinon dışı inhibitörler (QoI) sınıfına dahil olan azoxystrobin, Amerika'da şeker pancarı üretiminin yapıldığı bazı eyaletlerde en yaygın kullanılan fungusitlerden biridir (Haque vd., 2021). Fungisitlerin zamanında uygulanması, *R. solani*'ye karşı etkili bir kontrol sağlasa da, ticari alanlarda tekrar tekrar kullanımı, seçim baskısı nedeniyle dayanıklı ırkların oluşumuna yol açmaktadır. QoI direnci, çimenlerde AG 2-2-IIIB ve patatesten AG 3'te rapor edilmiştir (Blazier, 2004; Olaya vd., 2012; Djébalı vd., 2014).

Özer ve Bayraktar (2015), yaptıkları çalışmada Bolu ilindeki patateslerde hastalık meydana getiren *Rhizoctonia*'lara karşı flutolanil'in en etkili fungusit olduğunu belirlemişlerdir.

Da Silva vd. (2017), fludioxonil ve azoxystrobin'in mısır fidelerinde *R. solani* için etkili fungusitler olduğunu tespit etmişlerdir.

Avan (2020), doktora çalışmasında elde ettiği en virulent *Rhizoctonia* izolatını (AG 2-2) ilaç denemesinde kullanmıştır. Hastalığa karşı seçilen 8 fungusit *in vitro* ve saksı denemeleri yapılarak denenmiş ve en etkili fungusitlerin Sedaxan + Fludioxonil + Metalaxyl-M ve Azoxystrobin olduğu bildirilmiştir.

Dünya genelinde bitki hastalıklarının yönetiminde zirai ilaç kullanımını azaltma eğilimi her geçen gün artmaktadır. Bu durum, tarlada ekonomik kayıplara neden olan ve hasat sonrası ürünlerde çürüklük oluşturan hastalıkların kontrolünde kullanılan sentetik fungusitlerin yerine, güvenli, çevre dostu ve etkili alternatif yöntemlerin aranmasını zorunlu kılmıştır. Bu alternatif kontrol stratejilerinde, toprakta doğal olarak bulunan mikrobiyal ekosisteme odaklanılması önem taşımaktadır. Tüm topraklar, toprak kökenli patojenleri belirli bir ölçüde baskılayabilme yeteneğine sahiptir (Agtmaal, 2015). Son yıllarda önemi giderek artan biyolojik mücadele çalışmaları, topraktan izole edilen, patojenlere karşı etkili ve yapay ortamlarda çoğaltılabilen

faydalı mikroorganizmaların, yüksek miktarlarda üretilerek bir vejetasyon dönemi boyunca bir veya birkaç kez yoğun şekilde bitkilere uygulanmasına dayanmaktadır. Bu bitki koruma ürünleri, canlı mikroorganizmalar içeren biyokontrol ajanlarıdır ve biyopestisitlerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Abbas vd., 2019; Köhl vd., 2019).

Fungal antagonistler, bitki patojenleri ve hastalıklarının yönetiminde önemli bir rol oynamakta olup, dünya genelinde biyokontrol ajanları (BCA) olarak kullanılmaktadır. *Trichoderma*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pichia*, *Pythium*, *Talaromyces* ve *Verticillium* gibi bilinen en önemli yararlı fungal cinsler olarak kabul edilmektedirler. Fungal biyoajanlar arasında bulunan *Trichoderma* (Teleomorf: *Hypocrea*), toprakta yaşayan ve birçok bitki hastalığına karşı kullanılan, bu biyo ajanlar içinde en yüksek potansiyele sahip cins olarak tanımlanmıştır. *Trichoderma*, hızlı gelişim gösteren, çok sayıda spor üretebilen ve fungal hücre duvarını parçalayan enzimler (kitinazlar, glukanaazlar, proteazlar) ile antimikrobiyal aktiviteye sahip bileşikler üreten fırsatçı sekonder mikroorganizmalardır. Patojen funguslarla karşılaştığında mikroparazitizm, antibiyoz ve rekabet mekanizmalarını devreye sokmaktadır. *Trichoderma*, bitki büyümesini, kök gelişimini ve besin alımını artırırken, savunma tepkilerinde rol oynayan genleri de harekete geçirmektedir. *Trichoderma* bitki etkileşimi sırasında, *Trichoderma*'nın enzimatik aktiviteleri sonucu üretilen proteinler, düşük molekül ağırlıklı bileşikler ve hastalık belirtilerini azaltan proteinlerin ekspresyonu tetiklenmekte, böylece bitkinin patojenlere karşı savunma mekanizmaları aktif hale gelmektedir. Bu sayede, bitki bir patojenle karşılaştığında direnç mekanizmasını harekete geçirebilmektedir (Hermosa vd., 2012; Mayo vd., 2015; Thambugala vd., 2020). *Trichoderma* cinsi içerisinde yer alan birçok tür, çeşitli patojenlere karşı biyofungisit veya biyogübre olarak ticari piyasada kullanılmaktadır (Karaoğlu vd., 2019).

Yapılan araştırmalar, *Trichoderma* türlerinin yalnızca fungal bitki patojenlerinin paraziti olmadığını, aynı zamanda antibiyotik ürettiklerini de ortaya koymuştur. Özellikle toprak kökenli bitki patojeni funguslara karşı *Trichoderma* spp.'nin en önemli antagonistik özelliğinin hiperparazitizm olduğu, çeşitli araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra, bitkilerin köklerindeki mikroflora kompozisyonunu değiştirmesi, bitkilerde dayanıklılığı teşvik etmesi, besin maddesi alımını artırması, kök gelişimini desteklemesi ve bu etkiler sonucunda bitki büyümesi

ile gelişimini olumlu yönde etkilemesi gibi faydaları olduğu da rapor edilmiştir (Sivan ve Chet, 1989; Howell, 2003; Harman, 2006; Tran, 2010). *Trichoderma* spp.'nin sistemik dayanıklılığı uyardığı da yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Hanson, 2000).

Hiperparazit *Trichoderma* türleri, konukçu hücrelerini tanıyabilir, etraflarında hareket edebilir, houstorium oluşturabilir ve kitinaz, glukanaz ile proteaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler salgılayarak konukçu hücre duvarını delip içine nüfuz edebilirler (Kredics vd., 2003).

Rhizoctonia solani'ye karşı antagonistlerin keşfedilmesi ve biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılması uzun süredir araştırılan bir konudur. Weindling (1932), *R. solani*'ye karşı *Trichoderma viride*'nin (= *T. lignorum*) parazitik aktivitesini tespit etmeye yönelik ilk çalışmaları gerçekleştirmiştir.

Trichoderma türleri, patojen fungusları hiperparazitik bir mekanizma ile etkileyen önemli antagonistlerdir. *T. lignorum*'un *R. solani*'ye karşı tarla koşullarında da etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, birçok araştırma *T. harzianum*'un *R. solani*'nin miselyumunu doğrudan etkilediğini göstermiştir (Elad vd., 1980).

Chet vd. (1981), *in vitro* koşullarda *R. solani* ve *Pythium ultimum*'a karşı *Trichoderma hamatum*'un hifsel tepkisini incelemişlerdir. Mikroskopik gözlemler, *T. hamatum*'un etkileşim bölgesinde appresorium benzeri yapılar oluşturarak konukçu hücre duvarına saldırdığını ortaya koymuştur. Bu etkileşim birkaç farklı şekilde gerçekleşmektedir: Biyoetmen *T. hamatum*, ya konukçu hifler boyunca paralel bir şekilde ilerlemekte ya da konukçu hiflerine entegre olmaktadır. Diğer bir durumda ise parazit, *R. solani* ve *P. ultimum*'un miselyumlarına girerek içinde gelişim göstermektedir. Bu gözlemler, konukçu ve mikoparazit arasındaki etkileşim sırasında antibiyotik üretiminden ziyade parazitizmin hücre ölümüne neden olduğunu göstermiştir.

Chet ve Baker (1981), *R. solani*'nin bitkilerde yol açtığı zararlar karşısında *T. hamatum*'un etkinliğini test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, *T. hamatum* toprağa eklendiğinde, doğal olarak bulunan *R. solani*'nin neden olduğu hastalıkları azaltmaktadır. Araştırmacılar, *T. hamatum*'un güçlü bir biyolojik mücadele ajanı olma potansiyeline sahip olduğunu ifade etmişlerdir. *T. hamatum* toprağa dahil edildiğinde, *R. solani* ve *Pythium* spp. bitkiler için sorun olmaktan çıktığı ifade edilmiştir.

Laboratuvar koşullarında 77 *Trichoderma* izolatının *R. solani* AG 1, AG 2, AG 3 ve AG 4 anastomosis gruplarına karşı antagonistik etkisi incelenmiş ve izolatların %85'inin antagonistik özellik sergilediği, %15'inin ise bu özelliğe sahip olmadığı belirlenmiştir. İzolatların %20'si ve %33'ü sırasıyla AG 4 ve AG 1 gruplarına, %91'i ve %95'i ise AG 2 ve AG 3 gruplarına antagonistik etki göstermiştir (Bell vd., 1982).

Lewis ve Papavizas (1987), *R. solani*'ye karşı pellet formunda *Trichoderma* türleri kullanmışlardır. Biyoetmen olarak kullanılan *T. virens*, *T. harzianum* Th-58 ve *T. hamatum* TRI-4 numaralı izolatların pelletlerinin oldukça etkili olduğu ve patojenin canlılığını %70'in üzerinde azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, pelletlerin *R. solani*'nin canlılığını azaltma kapasiteleri ile toprakta patojenin gelişimini engelleme yetenekleri arasında doğru bir orantı olduğu belirlenmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, *in vitro* koşullarda 14 *Trichoderma* izolatının *R. solani*'nin gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. *T. koningii*'nin 3 izolatının toksik metabolitler üreterek *R. solani*'nin miselyum gelişimini %79 oranında engellediği, ayrıca *T. harzianum* ve *T. koningii*'nin *R. solani*'nin sklerot canlılığını sırasıyla %81.8 ve %53 oranında azalttığı belirlenmiştir. Elektron mikroskobu incelemelerinde ise tüm *T. harzianum* izolatlarının *R. solani* ile etkileşimde bulunduğu gözlemlenmiştir (Melo ve Faull, 2000).

Biberde kök çürüklüğü hastalığına neden olan patojenlere karşı *T. harzianum*'un kullanıldığı bir çalışmada, *in vitro* testlerde *T. harzianum*'un, *R. solani*'ye karşı yüksek antagonistik etki gösterdiği ve bol miktarda kitinaz ürettiği tespit edilmiştir. İklim odası çalışmalarında ise patojenin biyoetmen tarafından baskılandığı gözlemlenmiştir (Sid Ahmed vd., 2003).

Moussa (2002), şeker pancarı tohumlarında *R. solani*'ye karşı gerçekleştirdiği çalışmada, antagonistlerle kaplama, bitki ekstraktları ile işlem ve toprağa biyoajanların doğrudan inokulasyonu gibi farklı uygulamalar denemiş ve en etkili yöntemin tohumların antagonistlerle kaplanması olduğunu belirlemiştir. Antagonist mikroorganizmalarla kaplanmış şeker pancarı tohumları, *R. solani* AG 2-2 ile enfekte edilmiş kuma ekilmiş ve kullanılan antagonistlerin fidelerde kök çürüklüğünü engellediği bildirilmiştir. Çalışmada yer alan *Trichoderma pseudokoningii*, *T. viride*, *Gliocladium deliquescens*, *Bacillus cereus*, *T. koningii*, *B. subtilis*, *Penicillium vermiculatum*, *Paecilomyces marquandii* ve *T. harzianum*'un, *R. solani*'nin hastalık

oranını sırasıyla %39.01, %39.7, %63.5, %65.1, %68.2, %74.9, %76.2, %79.3 ve %84.8 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Trichoderma spp. gibi fungal mikroorganizmalar, kitini parçalayarak fungal hastalıkların biyolojik kontrolünde önemli bir rol oynayan kitinaz enzimleri üretir. *Trichoderma* spp.'nin 30 izolatu üzerinde yapılan bir araştırmada, kitinaz aktivitesi en yüksek olan *Trichoderma atroviride* izolatının şeker pancarında *R. solani*'ye karşı antagonistik etkisi incelenmiştir. Dual kùltür, slayt kùltür, *in vitro* ve *in vivo* çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, *T. atroviride*'nin *R. solani*'nin miselyal gelişimini engellediği tespit edilmiştir (Jalali vd., 2009).

Kakvan vd. (2013), organik ve inorganik taşıyıcılar kullanarak *T. harzianum*, *T. asperellum* ve *Talaromyces flavus* biyo formùlasyonlarını geliştirmiş ve bu formùlasyonların şeker pancarında *R. solani*'ye karşı etkisini incelemiştir. Çalışmada, en etkili biyo formùlasyonun Talc-*T. harzianum* olduğu, bunu sırasıyla Torf-*T. flavus*, Talk-*T. flavus* ve Pirinç-*T. harzianum*'un takip ettiği belirlenmiştir. Elde edilen antagonist biyo formùlasyonlarla kaplanan tohumlar, *R. solani* inokule edilmiş toprakta sera koşullarında test edilmiştir. Hem laboratuvar hem de sera denemelerinde en etkili izolatu *T. flavus* olduğu ardından *T. harzianum* ve *T. asperellum*'un geldiği tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hastalıklı Bitki Materyalinin Eldesi

Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illerinde şeker pancarı üretiminin yapıldığı alanlardan toplanan hastalıklı bitkilerin kök ve yumru örnekleri ile yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen *Rhizoctonia* spp.'ne ait izolatlar çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Bu kapsamda farklı il ve ilçeleri temsil eden 135 farklı tarladan hasada yakın veya hasat zamanında (Temmuz ve Ekim ayları) örneklemeler gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. 2019 ve 2021 yıllarına göre şeker pancarı ekim alanlarından alınan örnek* sayıları

İl	İlçe	2019		2021	
		Ekim Alanı (da)	İncelenen Tarla Sayısı	Ekim Alanı (da)	İncelenen Tarla Sayısı
Samsun	Havza	3.483	2	1.220	1
	Ladik	2.667	2	429	1
	Vezirköprü	7.089	3	15.754	4
	Toplam	13.239	7	17.403	6
Amasya	Gümüşhacıköy	10.563	4	6.230	3
	Merkez	14.625	4	10.267	4
	Merzifon	17.603	5	7.510	3
	Suluova	18.854	5	1.610	1
	Toplam	61.645	18	25.617	11
Tokat	Artova	5.515	3	6.167	3
	Merkez	29.285	5	26.651	5
	Niksar	5.130	3	3.088	2
	Pazar	3.484	2	2.032	2
	Sulusaray	7.340	3	8.268	4
	Turhal	7.930	3	6.961	3
	Yeşilyurt	14.476	4	10.421	4
	Zile	16.255	5	11.775	4
Toplam	89.415	28	75.363	27	
Çorum	Alaca	14.302	4	12.300	4
	Boğazkale	4.067	3	2.466	2
	Mecitözü	4.467	3	2.074	2
	Merkez	11.977	4	7.850	3
	Sungurlu	4.629	3	11.333	4
	İskilip	6.386	3	6.273	3
Toplam	45.828	20	42.296	18	
Toplam	210.127	73	160.732	62	

*Bir ilçeyi temsil eden tarlalardan alınan bitki örnekleri bir örneği oluşturmaktadır.

3.1.2. İzolasyon İşlemlerinde Kullanılan Besi Ortamları ve Hazırlanması

Hastalıklı bitki örneklerinden *Rhizoctonia* türlerinin izolasyon işlemleri için PDA ve SA besi ortamları kullanılmıştır.

1- Su agar (SA) besi ortamı

Agar	20 g
Saf su	1000 ml

2- Patates dekstroz agar (PDA) besi ortamı

PDA	39 g
Saf su	1000 ml
Streptomycin sulfat	50 mg/l
Oxytetracycline	100 mg/l

Besi ortamlarının hazırlanmasında kullanılacak agar, belirtilen oranlarda tartılarak otoklav şişesine yerleştirilmiş, ardından üzerine saf su eklenerek manyetik karıştırıcıda balık yardımıyla homojen bir kıvamda gelene kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan ortamların sterilizasyon işlemleri için otoklavda 121 °C’de 1 atm basınçta, 20 dakika olacak şekilde yapılmıştır. Daha sonra otoklavdan çıkan ortam 50 °C’ye kadar soğuduğunda içerisine streptomycin sulfat (50 mg/l) ve oxytetracycline (100 mg/l) antibiyotikleri ilave edilmiştir.

3.1.3. Moleküler Çalışmalar

İzolatların genomik DNA’sının izolasyonu hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB)’a dayalı bir metodu olan ve DArT DNA izolasyon (<https://www.diversityarrays.com>) yönteminde belirtilen ekstraksiyon–lisis tamponu modifiye edilerek kullanılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Ekstraksiyon-lizis buffer

Fresh Buffer	120 ml için
Tris HCl pH 8.0	15 ml
5 M NaCl	20 ml
EDTA pH 8.0	5.5 ml
CTAB	1 g
Sorbitol	3.19 g
Sarcosyl	1 g
PVP-40	2.4 g
Na ₂ O ₂ S ₂ (Sodyum disülfid)	0.6 g
Elde edilen karışım distile su ile 120 ml'ye tamamlanmıştır.	

Çalışmada kullandığımız primerlerin sentezi ve dizileme hizmetleri BM Labosis (Ankara, Türkiye) ticari firma tarafından temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

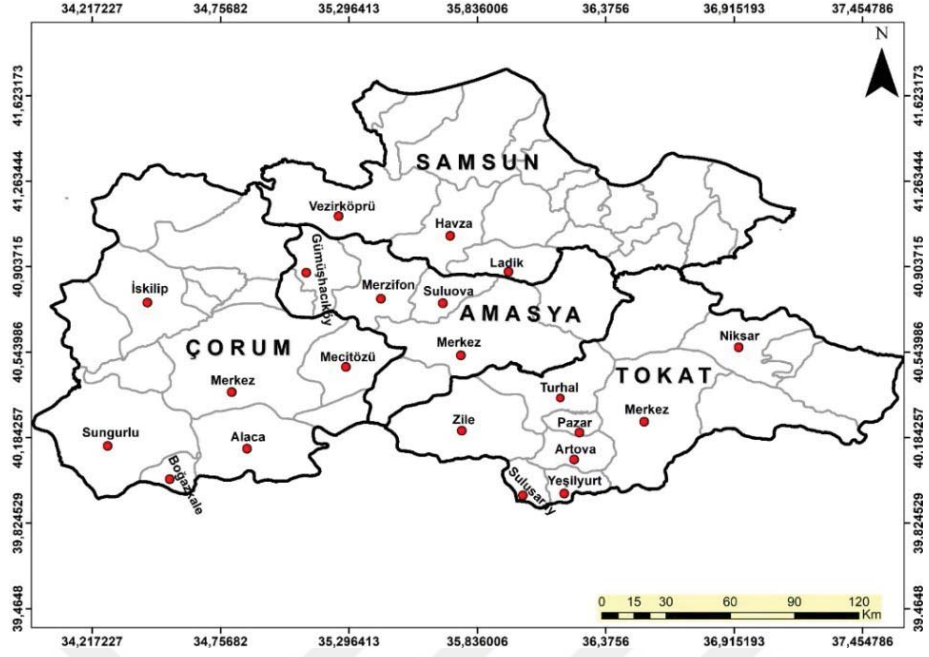
3.2.1. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması

Tez çalışmasında Orta Karadeniz Bölgesi şeker pancarı üretiminin çoğunlukla yapıldığı Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illerinde 2019 ve 2021 yılları arasında vejetasyon dönemi boyunca (Mayıs-Ekim) arazi surveyleri yapılmıştır (Tablo 3.3, Şekil 3.1). 2020 yılında Covid-19 nedeniyle arazi çalışması yapılamamıştır.

Tablo 3.3. Örnek alınan illerde 2019 ve 2021 yıllarına ait şeker pancarı verileri

İl	Ekim Alanı (da)*		Üretim Miktarı (ton)*	
	2019	2021	2019	2021
Samsun	13.239	18.799	65.071	103.741
Amasya	65.197	30.540	369.266	149.861
Tokat	90.716	79.145	517.249	444.498
Çorum	46.336	42.768	259.542	227.243

*Orta Karadeniz Bölgesi'ne ait ekim alanı ve üretim miktarları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden alınmıştır.



Şekil 3.1. Survey çalışmalarının yapıldığı il ve ilçeler

Seçilen bölgelerde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında, hastalığın tipik belirtilerini gösteren bitkilerden numuneler toplanmıştır (Şekil 3.2). Şeker pancarı için alınacak örnek sayısı 2.000'dir ve katlarına göre belirlenmiştir (Tablo 3.4). Buna göre şeker pancarı yetiştiriciliği yapılan 4 ilde ait toplam 21 ilçede survey çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaya ait ekim alanları ve yıllara göre alınan örnek sayıları Tablo 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Araziden hastalıklı şeker pancarı örneklerinin alınması

Tablo 3.4. Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki şeker pancarı ekim alanlarına göre incelenen örnek* sayısı

Şeker pancarı Ekim Alanı	İncelenen Örnek Sayısı
0 – 2.000	1
2.000 – 4.000	2
4.000 – 8.000	3
8.000 – 16.000	4
16.000'den fazla	5

*Orta Karadeniz Bölgesi'de örnek almak üzere seçilen herhangi bir ilçeyi temsil eden tarlalardan elde edilen bitki ve yumru örnekleri, bir örneği oluşturmaktadır.

3.2.2. Hastalıklı Bitki Dokularından *Rhizoctonia* İzolatlarının İzolasyonu

Hastalık belirtileri taşıyan kök ve yumru örnekleri, musluk suyu altında yıkanarak üzerlerindeki toprak kalıntılarında temizlenmiştir. Daha sonra hastalıklı alanlar ile sağlıklı kısmı da içeren 0.5-1.0 cm uzunluğunda kesilen parçalar %1'lik NaOCl'de 2-3 dakika yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş ve ardından 3 seri steril saf sudan geçirildikten sonra steril kurutma kağıtları arasında fazla suları alınmıştır. Kurutma kağıtları arasında fazla suları alınmış olan bitki parçaları SA içeren 9 cm çaplı steril Petri kaplarına her Petri kabına 4 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir örnek için iki adet Petri kabı kullanılmıştır. Hazırlanan Petri ler karanlıkta 1-2 gün 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır (Erper vd., 2002). İnkübasyondan sonra gelişen hifler 10x'lük büyütme kullanılarak mikroskop (Olympus, CX31RTSF) altında incelenmiştir. İnceleme sonucunda tipik *Rhizoctonia* hif gelişmesi gösteren hifler işaretlenerek, içerisinde PDA bulunan steril Petri kaplarına aktarma işlemi yapılmıştır.

3.2.3. Elde Edilen *Rhizoctonia* İzolatlarının Saklanması

Hastalıklı bitkilerden elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının kısa süreli muhafazası için eğik agar, uzun süreli saklanması için ise steril buğday tohumları kullanılmıştır. Bu amaçla, buğday tohumları saf su içerisinde bir gün süreyle bekletilmiştir. Ertesi gün, sudan çıkarılan tohumlar deney tüplerine yerleştirilmiş ve iki gün boyunca ardışık olarak 121 °C'de bir saat süreyle otoklavda sterilize edilmiştir. Sterilizasyon sonrasında, tüpler nemin uzaklaştırılması için steril bir ortamda ağzı açık olacak şekilde bir süre bekletilmiştir. *Rhizoctonia* izolatları, her bir izolat için iki tüp olacak şekilde, steril kabin içinde hazırlanan buğday tohumlarına inoküle edilmiştir. İnoküle edilen tüpler, 25 °C'de karanlık ortamda yaklaşık 7-10 gün boyunca inkübe edilmiş ve

hazırlanan stoklar, karanlıkta +4 °C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir (Sneh vd., 1991).

3.2.4. Çekirdek Sayılarının Belirlenmesi

Rhizoctonia izolatları hücrelerdeki çekirdek sayılarını belirlemek için 15 ml PDA içeren 9 cm çaplı steril Petri kaplarına aktarılmıştır. Ardından 25 °C'de 2-3 gün inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen hiflerin kenarından alınan 5 mm çapındaki agar diskleri, %0.5 agar içeren PDA ortamına batırılmış ve %1.5'lik SA ortamına bırakılan lamellerin 1 cm yakınına yerleştirilmiştir. İnkübasyon için 24-48 saat bekletilen lamellerde gelişen hifler, Safranin O ve %3'lük KOH ile boyandıktan sonra ışık mikroskobu altında 40x büyütmede incelenmiş ve her izolat için toplam 25 hücrede sayım yapılmıştır (Martin ve Lucas, 1984). Çekirdek sayılarına göre izolatlar binükleat (BN) veya multinükleat (MN) olarak belirlenmiştir.

%0.5'lik Safranin O solüsyonu:

Saf su	79 ml
%0.5'lik Safranin O	6 ml
%3'lük KOH	10 ml
Gliserin	5 ml

3.2.5. *Rhizoctonia* İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu

3.2.5.1. *Rhizoctonia* İzolatlarının DNA Ekstraksiyonu

Her bir izolat için 100 mg misel biyokütlesi, kültür yüzeyinden bistüri ile dikkatlice sıyrılarak 2 ml'lik Eppendorf tüpüne aktarılmıştır. Önceden 65 °C'ye kadar ısıtılmış 650 µl ekstraksiyon-lizis tamponu numunelere eklenmiş ve steril çelik ezici kullanılarak hücreler parçalanıp homojen bir karışım elde edilmiştir. Bunu takiben, örnekler DB-2D model kuru blok inkübatörde (Techne, Cambridge, İngiltere) 65 °C'de 60 dakika boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince, homojenliği sağlamak amacıyla tüpler her 15 dakikada bir nazikçe çalkalanmıştır.

Kuru blok ısıtıcısından çıkarılan örnekler, oda sıcaklığına ulaşana kadar soğutulduktan sonra, üzerine 650 µl kloroform/izoamil alkol karışımı (24:1, w/w) eklenmiş ve 10 dakika boyunca nazikçe ters çevrilerek karıştırılmıştır. Daha sonra, 12.000 g'de 15 dakika santrifüj edilerek faz ayrımı gerçekleştirilmiştir. Üst faz (süpernatant), temiz 1.5 ml'lik santrifüj tüplerine dikkatlice aktarılmış ve DNA'nın

çökeltmesi amacıyla üzerine 0.6 hacim soğuk izopropanol eklenmiştir. Bunu takiben, 12.000 g'de 5 dakika santrifüj edilerek süpernatant uzaklaştırılmıştır. Elde edilen DNA pelletleri, iki kez %70'lik soğuk etanol ile yıkanıp oda sıcaklığında 30 dakika boyunca kurutulmuştur.

Çökeltilen DNA, 100 µl steril ultra saf su içinde çözüldürülerek, konsantrasyonu DS-11 FX+ model nano spektrofotometre (Denovix Inc., Wilmington, DE, ABD) ile belirlenmiş ve PCR analizleri için 40 ng/µl'ye seyreltilmiştir. Elde edilen DNA, PCR uygulamalarına kadar -20 °C'de saklanmıştır.

3.2.5.2. SCoT Markörleri ile DNA Amplifikasyonu

SCoT analizleri için, Collard ve Mackill (2009) tarafından geliştirilen 36 adet SCoT primeri kullanılmıştır. Optimum PCR reaksiyon koşullarını ve en polimorfik markörleri belirlemek amacıyla, rastgele seçilmiş fungus izolatlarından elde edilen DNA örnekleri ile bir Gradient PCR optimizasyonu yapılmıştır. Bu optimizasyon çalışması sonucunda, polimorfik gücü yüksek olduğu bilinen SCoT32 primeri, tüm fungus izolatlarının moleküler karakterizasyonunda kullanılmak üzere seçilmiştir. PCR karışımları DreamTaq DNA polimeraz tamponu 10x, 0.24 mM dNTPs, 0.8 µM primer, 0.5 ünite DreamTaq DNA polimeraz ve 20 ng DNA içermektedir. Reaksiyona ilk önce 94°C'de 3 dakika denatürasyon ile başlanmış, 35 döngü 94°C'de 60 saniye denatürasyon, 50°C'de 1 dakika bağlanma, 72°C'de 2 dakika ve son uzama safhası 72°C'de 5 dakika bekletilmiştir. Elde edilen PCR ürünleri 1xTAE tampon çözeltisi kullanılarak %1.7-2'lik agaroz jelde yürütülerek etidyum bromür ile boyanmış ve UV altında jel görüntüleme sistemi ile görselleştirilmiştir.

3.2.5.3. SCoT Çalışmalarında Elde Edilen Verilerin Analizi

SCoT markörleriyle yapılan analizler en az iki kez tekrarlanmış ve sadece tekrarlanabilir sonuçlar elde edilen bantlar değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Elde edilen tüm bantlar, ikili bir veri matrisi oluşturmak suretiyle pozisyonlarda mevcut (1) veya yok (0) olarak skorlanarak, SCoT markörünün kullanılabilirliğini ölçmek için Resolving Power (RP) ve Polymorphic Information Content (PIC) değerleri hesaplanmıştır (Prevost ve Wilkinson, 1999; Roldan-Ruiz vd., 2000). Her bir markörün PIC değeri, $PIC=2f(1-f)$ formülü kullanılarak hesaplanmış ve f, amplifiye edilen allelin frekansını ifade etmektedir (Roldan-Ruiz vd., 2000). Diğer taraftan, RP değerini hesaplamak için ilk olarak bant bilgisi (Ib) şu formülle hesaplanmıştır: $Ib=1$

– (2 x |0.5- ρ |), burada ρ fungus izolatlarının oranını temsil etmektedir. Markörlerden elde edilen veri matrislerini değerlendirmek için NTSYS ver. 2.02 kullanılarak kofenetik matris değerleri hesaplanmaya alınmıştır (Rohlf, 1998). Jaccard'ın benzerlik katsayısı kullanılarak SCoT markörünün kümeleme analizlerinden elde edilen UPGMA dendrogramı oluşturulmuştur.

3.2.5.4. ITS1-5.8S-ITS2 Bölgesinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

PCR amplifikasyonları, T100 model termal cycler (Bio-Rad, Hercules, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyon karışımı, 1× PCR tamponu, her bir dNTP'den 0.2 mM, 2 mM MgCl₂, her bir primerden 0.4 µM, 1.2 ünite Taq DNA Polimeraz (New England Biolabs, Beverly, MA, ABD) ve 40 ng genomik DNA içeren toplam 50 µl'lik bir hacimde hazırlanmıştır. Genomik DNA'nın internal transcribed spacer (ITS) bölgesinin amplifikasyonu için, White vd. (1990), tarafından tanımlanan ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') ve ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') primer çifti kullanılmıştır.

PCR amplifikasyon protokolü, 94 °C'de 3 dakika süren başlangıç denatürasyonu ile başlatılmıştır. Bunu takiben, 35 döngü boyunca her biri sırasıyla 94°C'de 45 saniye (denatürasyon), 52 °C'de 45 saniye (primer bağlanma) ve 72 °C'de 1 dakika (uzama) süren adımlar uygulanmıştır. Reaksiyon, 72 °C'de 10 dakika süren son uzatma aşaması ile tamamlanmıştır.

PCR ürünleri, 1X TAE tampon çözeltisi içinde %1,5 agaroz jel kullanılarak elektroforetik ayırma tabi tutulmuştur. 1X TAE tampon çözeltisi ve agaroz (BIOMAX, Ardoz-Madrid, İspanya) karışımı mikrodalgada homojen bir kıvama gelene kadar ısıtılmıştır. Homojen hale gelen çözelti, 40 °C'ye kadar soğutulup jel tepsinine dökülmüş ve kuyucuklar oluşturulmak için taraklar yerleştirilmiştir. Hazırlanan agaroz jeldeki kuyucuklara, amplifiye edilen PCR ürünlerinden 10 µl alınarak yükleme boyası (Tablo 3.5) eklenmiş ve yüklenmiştir. Ardından, 40 dakika süreyle 80 volt elektriksel alanda ayırıştırma işlemi yapılmıştır. Örneklerin boyutlarını belirlemek için, GeneRuler 100 bp+DNA ladder (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD) markörü kullanılmıştır. Agaroz jel, işlem sonunda etidyum bromür ile boyanmış ve PCR ürünlerinin varlığı, bir jel görüntüleme sistemi (G: BOX F3, Syngene, Cambridge, İngiltere) kullanılarak doğrulanmıştır.

Tablo 3.5. TAE tamponu ve yükleme boyası içeriği

Tampon	Miktar
50× Tris-Asetat-EDTA (TAE) tamponu	100 ml için 24.2 g tris bazı 10 ml 0.5 M EDTA (pH 8.0) 5.71 ml glasiyal asetik asit
6× elektroforez yükleme boyası	10 mM Tris-HCl (pH 8.0) 60 mM EDTA (pH 8.0) %0.25 ksilen siyanol %0.25 bromofenol mavisi %60 gliserol

Amplifiye edilen DNA fragmanları, kullanılan primerler aracılığıyla çift yönlü doğrudan dizileme işlemine tabi tutulmuştur. Patojen izolatlarından elde edilen ITS lokuslarına ait dizilim verileri, MAFFT (<https://mafft.cbrc.jp/alignment/server/large.html>, Katoh vd., 2019) yazılımı kullanılarak düzenlenmiş ve National Center for Biotechnology Information (NCBI) GenBank nükleotit veri tabanındaki dizilerle BLAST analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, elde edilen diziler NCBI'nin BankIt çevrimiçi aracıyla GenBank veri tabanına kaydedilmiş ve erişim numaraları alınmıştır.

Bir sekans içerisindeki baz varyasyonlarının seviyesi ve sekanslar arasındaki bölgesel baz değişimleri hesaplanmıştır. Ardından, General Time Reversible modeline dayalı Maximum-Likelihood (ML) yöntemi ile sonuçlar elde edilmiştir (Nei ve Kumar, 2000). İlgili taksonların gruplandığı ağaçların yüzdeleri, dalların yanında belirtilmiştir. Ağaç çıkarımında sezgisel bir yöntem olarak Nearest-Neighbour-Interchange (NNI) kullanılmış ve ağaç topolojilerinin güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla 1.000 tekrarlı bootstrap yeniden örnekleme analizi uygulanmıştır (Felsenstein, 1985). *Athelia rolfsii* klonu FSR-052 (AY684917) dizisi, filogenetik ağaçları köklendirmek amacıyla dış grup olarak dahil edilmiştir.

3.2.6. Anastomosis Gruplarının Kültürel Özelliklerinin Tespiti

Moleküler yöntemlerle anastomosis grupları belirlenen *Rhizoctonia* izolatları arasından tesadüfi olarak seçilen izolatların PDA'daki koloni rengi, hif çapı, misel gelişim hızı, sklerot rengi ve büyüklükleri belirlenmiştir. Bu özelliklerin belirlenmesi için, 10'dan az izolat içeren anastomosis gruplarında grubu temsilen rastgele 5'er izolat, 10'dan daha fazla izolat bulunduran anastomosis gruplarında ise grubu temsilen 10'ar izolat seçilmiştir. Her grubu temsilen seçilen toplam 30 izolat stoktan alınarak PDA besi yerine aktarılmış, 25 °C'de gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen izolatlardan

elde edilen 5 mm çapında misel diskleri, 9 cm çapındaki ve 15 ml PDA içeren Petri kaplarının ortasına yerleştirilmiş ve 25  C’de 21 gün boyunca karanlıkta inkübe edilmiştir (Carlin vd., 1987). Gelişen Petrilerde daha sonra koloni rengi, sklerotların rengi, dağılımı, şekli ve büyüklükleri incelenmiştir (Hwang vd., 1986). Koloni ve sklerotların renkleri, Londra Kraliyet Bahçıvanlık Derneği renk katalogu referans alınarak tespit edilmiştir (Erper vd., 2016). İzolatların sklerot büyüklükleri, her birinden 25 adet alınarak ışık mikroskobunda 10x büyütme ile ölçülmüştür. Hif çaplarını belirlemek için, 48 saat inkübe edilen izolatların her birinin genç hiflerinden 25 farklı bölgede ışık mikroskobunda ölçüm yapılmıştır.

Her anastomosis grubundan seçilen temsili izolatların 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40  C’deki günlük misel gelişim hızları belirlenmiştir. Bu alışma, her izolat ve sıcaklık için dört tekrarla gerçekleştirilmiştir. İzolatlar stoktan alınarak, 25  C’de beş gün süreyle PDA üzerinde geliştirilmiştir. Gelişen kolonilerden 5 mm çapında agar diskleri alınarak, 15 ml PDA içeren 9 cm çapındaki Petrilere yerleştirilmiş ve 25  C’de karanlıkta inkübe edilmiştir. Gelişen izolatların hif uçları, birbirine dik olarak 24 ve 48 saat sonra ölçülmüş ve bu iki ölçüm arasındaki farklar belirlenmiştir. İzolatların günlük büyüme hızları milimetre olarak hesaplanıp kaydedilmiştir (Hollins vd., 1983; Bolkan ve Ribeiro, 1985). Çalışma, her izolat ve her sıcaklık derecesi için 4 tekerrür ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.7. *Rhizoctonia* İzolatlarının Patojenitelerinin Belirlenmesi

Orta Karadeniz Bölgesi şeker pancarı ekim alanlarında, 2019 ve 2021 yıllarında yapılan survey çalışmaları sonucu, hastalıklı bitki örneklerinden izole edilen *Rhizoctonia* izolatlarının patojenitelerinin belirlenmesi için Aranka şeker pancarı çeşidi kullanılmıştır.

Denemede kullanılmak üzere çalışmada elde edilen toplam 117 adet *Rhizoctonia* izolatının tamamı patojenite çalışmalarında kullanılmıştır. Tüm izolatlar PDA ortamına aktarılarak 25  C’de 5 gün geliştirilmiştir. Buğday tohumları, 24 saat boyunca suda bekletildikten sonra 50 ml’lik falcon tüplere yerleştirilmiş ve otoklavda 2 gün ard arda 121  C’de 1 saat süreyle steril edilmiştir. Ardından, gelişen hif uçlarından 5 mm çapında agar diskleri alınarak, bunlar falcon tüplerdeki steril buğday tohumlarına aşılanmış ve 25  C’de 21 gün süreyle inkübe edilmiştir.

Patojenite testinde kullanılmak üzere, bahçe toprağı, elenmiş ve yanmış ahır gübresi ile ince dere kumu (2:2:1, v:v:v) oranında karıştırılarak bir toprak karışımı hazırlanmıştır. Bu karışım, ardından polietilen torbalara konularak 121 °C’de 1’er saat süreyle, 2 gün üst üste otoklavda sterilize edilmiştir. Sterilizasyon işleminden sonra topraklar yaklaşık 1 hafta dinlendirilmiştir. Daha sonra, yüzeysel dezenfeksiyondan geçirilen 250 ml’lik plastik bardaklara doldurulmuştur. Denemede kullanılacak olan tohumlar da %1’lik NaOCl’de 3 dk yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş ve plastik bardaklara ekilmiştir. İklim odasında 25±1 °C’de gelişmeye bırakılmıştır. Bitkiler gerçek yaprak dönemine geldiklerinde, kök bölgeleri açılmış ve her bir bitkiye 15 adet inoküle edilmiş tohum yerleştirilip toprakla kapatılmıştır. Kontrol grubu olarak kullanılan bitkilerin köklerine ise yalnızca steril buğday tohumları eklenmiştir (Türkkan vd, 2018). Bitkiler iklim odası koşullarında 17-25 °C’de gelişmeye bırakılmıştır. İnkübasyondan 3 hafta sonra bitkiler topraktan sökülerek 0-4 skalasına göre değerlendirme yapılmıştır (Hanson, 2006) (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. *Rhizoctonia* izolatlarının patojenite değerlendirilmesinde kullanılan 0-4 hastalık skalası

Skala Değeri	Değerlendirme
0	Sağlıklı bitki
1	Hafif gelişme geriliği ve yapraklarda solgunluk
2	Klorotik yapraklar ve yaprak kenarlarında nekrozlu görünüm
3	Kök kısımlarında kuruma, kahverengileşme ve şiddetli kök çürüklüğü
4	Ölü bitki

Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, gövde çapı, bitki ve kök kuru ağırlığı, bitki ve kök yaş ağırlığı ile bitki ve kök uzunluğu açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Her izolat, bitkilerden yeniden izole edilerek grubu temsilen test izolatıyla eşleştirilmiş ve doğrulama işlemi tamamlanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, SAS istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (P<0.05).

3.2.8. Çeşit Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Çeşit reaksiyonu denemesi için, patojenite çalışmasında en virulent olarak tespit edilen farklı AG’na ait üç adet izolat seçilmiştir. Bu nedenle MN *R. solani* AG 4 HG-I (Ç-15), AG 4 HG-II (A-28) ve AG 5 (S-1) izolatları çalışmada kullanılmıştır.

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan 10 adet şeker pancarı çeşidi reaksiyon denemeleri için seçilmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Çeşit reaksiyonu denemesinde kullanılan şeker pancarı çeşitleri

Denemede Kullanılan Çeşitler	Çeşitlerin Temin Edildiği Firma
Bison	Beta Ziraat
Lizard	Beta Ziraat
Lider	Beta Ziraat
Mohican	Beta Ziraat
Kuzgun	Sesvanderhave
Kuno	Sesvanderhave
Matador	Sesvanderhave
Gordion	Sesvanderhave
Setenil	Sesvanderhave
Bercero	Sesvanderhave

Patojenite testlerinde kullanılan inokulasyon teknikleri, çeşit reaksiyon denemelerinde de uygulanmıştır. Kontrollü koşullarda, iklim odasında 25±1 °C’de, patojenite testlerine benzer şekilde, plastik bardaklarda tohumlar gerçek yaprak dönemine kadar yetiştirilmiştir. Ardından kökler açılarak etmenle bulaştırılmış buğday tohumları yerleştirilmiş ve 3 hafta süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Reaksiyon denemesinin sonunda, patojenite testlerinde olduğu gibi, Hanson (2006)’nun, geliştirdiği 0-4 skalası kullanılarak bitkilerin hastalık şiddeti değerlendirilmiştir (Tablo 3.7).

Elde edilen skala verileri kullanılarak şeker pancarı çeşitlerinin Townsend-Heuberger (1943) formülü ile % hastalık şiddetleri hesaplanmıştır (Swiader vd., 2002).

Townsend-Heuberger formülü:

$$\text{Hastalık şiddeti (\%)} : [\sum (\text{SD} \times \text{BS})] \times 100 / (\text{ESD} \times \text{TB})$$

SD : Skala değeri

BS : Aynı skala değerindeki bitki sayısı

ESD : En yüksek skala değeri

TB : Toplam bitki

Hastalık şiddeti yüzdesi verilerine göre Martyn ve McLaughlin (1983)'e göre dayanıklılık seviyesi açısından gruplandırmalar yapılmıştır.

I - %0-20	Yüksek derecede dayanıklı	HR
II- %21-50	Orta derecede dayanıklı	MR
III- %51-80	Düşük derecede dayanıklı	LR
IV- %81-100	Duyarlı	S

Denemeler, tesadüfi parseller deneme deseni kullanılarak beş tekrarlı olarak uygulanmıştır. Her izolat, bitkilerden yeniden izole edilerek grubu temsilen test izolatıyla eşleştirilmiş ve doğrulama işlemi tamamlanmıştır. SPSS Statistics 17.0 istatistik programında sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (P<0.05).

3.2.9. *Rhizoctonia* İzolatları ile Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Çalışmada, *R. solani*'ye karşı şeker pancarı Aranka çeşidi kullanılmıştır. Patojenite çalışmasında en virulent olarak tespit edilen ve çeşit reaksiyon denemesinde de kullanılan farklı AG'na ait üç adet izolat etkinlik testlerinde de kullanılmıştır. Denemede 3 patojen izolatına (AG 4 HG-I, AG 4 HG-II, AG 5)'a karşı 3 antagonist *T. harzianum*, *T. atroviride*, *Trichoderma* sp. (T-3) izolatları kullanılmıştır. Bunlara ek olarak T-22 (*T. harzianum* Rifai strain) ve Serenade (*Bacillus subtilis* QST 713) biyolojik preparatlarının izolat ve ticari preparat formları etkinlik testlerinde kullanılmıştır (Tablo 3.8). Çalışma her uygulama için 4 tekerrürlü yürütülmüş ve iki kez tekrar edilmiştir. Denemede kullanılan *T. harzianum*, *T. atroviride* ve T-22 izolatu Ankara Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsünden Dr. Durmuş Erdurmuş (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü)'tan temin edilmiştir.

Tablo 3.8 Kullanılan biyolojik fungusitler

Biyolojik fungusit	Üretici firma	Tavsiye edilen kullanım dozu
T-22 Planter Box	BIOWORK	7.5 g/1 kg tohumu
Serenade SC	BAYER AG	300 ml/100 kg tohum

Trichoderma izolatları ve T-22 izolatu PDA'da 7 gün 25±1 °C'de geliştirilmiş ve Thoma lamı ile sayım yapılarak 1x10⁸ spor/ml yoğunluğunda hazırlanmıştır (Anees vd., 2010). Serenade (*Bacillus subtilis*) izolatu Nutrient Agar besisi ortamında 7 gün 25±1 °C'de geliştirilmiştir. Bakteriyel süspansiyon, spektrofotometrede 600 nm dalga

boyunda ölçülen optik yoğunluk (Optical Density; OD₆₀₀) değeri 0.1 olacak şekilde (yaklaşık 1-5x10⁷ hücre/ml) hazırlanmıştır (Zhang vd., 2015).

T-22 (*T. harzianum* Rifai strain) ve Serenade (*Bacillus subtilis* QST 713) biyolojik preparatları, tohum kaplama (seed coating) yöntemiyle uygulanmıştır. Bu uygulama tekniği, biyolojik mücadele ajanının tohum yüzeyine homojen bir şekilde dağıtılmasını ve tohumla direkt temasını sağlayarak, çimlenme sürecinden itibaren bitki köklerinin mikrobiyal antagonist ile kolonize olmasına olanak tanımaktadır. Uygulama protokolünde, preparatların tavsiye edilen dozları kullanılmıştır (Tablo 3.8). Bu dozlar, etkili mikroorganizma popülasyonunun tohum yüzeyinde yeterli düzeyde bulunmasını sağlarken, aynı zamanda çimlenme oranı ve fide gelişimi üzerinde herhangi bir fitotoksik etkiye neden olmayacak optimum konsantrasyonu temsil etmektedir.

Tohumlar %1'lik NaOCl'de 3 dk yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş, ardından erlenler içerisinde hazırlanmış 20 ml spor süspansiyonu içerisine koyularak 10 dk boyunca çalkalayıcıda sporların tohumları kaplaması için beklenmiştir. Kaplanmış tohumlar patojenite denemesinde olduğu gibi plastik bardaklara ekilmiştir. İklim odasında 25±1 °C'de gelişmeye bırakılmıştır. Bitkiler gerçek yaprak dönemine geldiklerinde, kök bölgeleri açılmış ve her bir bitkiye 15 adet patojenite testinde uygulandığı gibi inoküle edilmiş tohum yerleştirilip toprakla kapatılmıştır. Kontrol grubu olarak kullanılan bitkilerin köklerine ise yalnızca steril buğday tohumları eklenmiştir. Bitkiler iklim odası koşullarında 17-25 °C'de gelişmeye bırakılmıştır. İnkübasyondan 3 hafta sonra bitkiler topraktan sökülerek patojenite denemesinde kullanılan 0-4 skalasına göre değerlendirme yapılmıştır.

Sonuçlara SPSS Statistics 17.0 istatistik programında varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (P<0.05).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Elde Edilen *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Sayıları

Orta Karadeniz Bölgesi şeker pancarı ekim alanlarından 4 ile ait toplam 21 ilçede 2019 ve 2021 yıllarında yapılan survey çalışmaları sonucu üç anastomosis grubuna ait toplam 117 *Rhizoctonia* izolatı elde edilmiştir (Tablo 4.1). İlk olarak çekirdek sayılarına göre baktığımızda tüm izolatlarda MN *R. solani* olduğu belirlenmiştir. MN *R. solani*'ye ait tüm izolatlarda %12.8'inin AG 4HG-I, %49,6'sının AG 4 HG-II, %37.6'sının ise AG 5 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

Tablo 4.1. İller bazında elde edilen anstomosis grupları

İl	Anastomosis Grup			Genel Toplam	Tüm İzolatlar
	AG 4 HG-I	AG 4 HG-II	AG 5		İçindeki Oranı (%)
Samsun	4	11	5	20	17.11
Amasya	2	22	18	42	35.89
Çorum	3	17	5	25	21.36
Tokat	6	8	16	30	25.64
Toplam	15	58	44	117	100

Çalışmada tespit edilen üç anastomosis grubunun illere göre dağılımına bakıldığında, bu izolatlarda %100'ünü MN *R. solani*'ye ait anastomosis grupları oluşturmuştur. İzolatların 58'ni oluşturan AG HG-II'nin 22 izolatının Amasya'ya ait olmasıyla o ildeki lokasyonlarda şeker pancarı ekim alanlarında en yaygın grup olarak tespit edilmiştir. Yoğun olarak elde edilen diğer bir grup ise AG 5 olup yine Amasya ilindeki ekim alanlarında diğer illerle kıyaslandığında 18 izolatla en yaygın grup olarak ortaya çıkmıştır. Her üç grupta tezde survey yapılan dört ildeki ekim alanlarından elde edilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının Anastomosis Grup (AG)'ları, elde edildikleri iller ve ilçeler

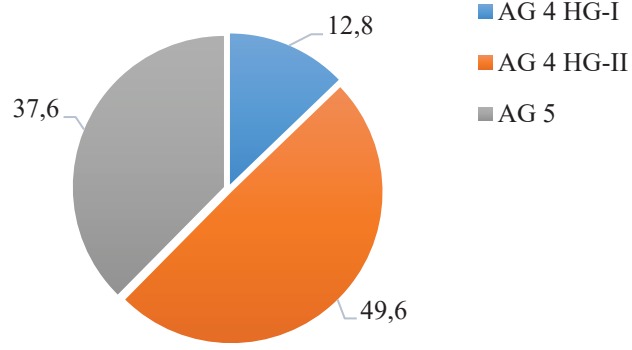
Anastomosis Grup	İzolat Kodu	Elde edildiği İl	Elde Edildiği İlçe	
<i>MN Rhizoctonia solani</i>				
AG 4 HG-I	T-4	Tokat	Merkez	
	T-6	Tokat	Artova	
	T-8	Tokat	Artova	
	T-11	Tokat	Pazar	
	T-19	Tokat	Sulusaray	
	T-28	Tokat	Niksar	
	Ç-11	Çorum	Alaca	
	Ç-15	Çorum	Merkez	
	Ç-23	Çorum	İskilip	
	A-30	Amasya	Merzifon	
	A-32	Amasya	Merzifon	
	S-4	Samsun	Vezirköprü	
	S-9	Samsun	Vezirköprü	
	S-16	Samsun	Ladik	
	S-17	Samsun	Ladik	
	AG 4 HG-II	T-1	Tokat	Merkez
		T-10	Tokat	Pazar
T-18		Tokat	Zile	
T-21		Tokat	Sulusaray	
T-24		Tokat	Yeşilyurt	
T-25		Tokat	Yeşilyurt	
T-29		Tokat	Niksar	
T-30		Tokat	Niksar	
Ç-1		Çorum	Sungurlu	
Ç-2		Çorum	Sungurlu	
Ç-3		Çorum	Alaca	
Ç-4		Çorum	Alaca	
Ç-6		Çorum	Alaca	
Ç-7		Çorum	Alaca	
Ç-8		Çorum	Alaca	
Ç-9		Çorum	Alaca	
Ç-10		Çorum	Alaca	
Ç-13		Çorum	Merkez	
Ç-16		Çorum	Merkez	
Ç-17		Çorum	Mecitözü	
Ç-18		Çorum	Mecitözü	
Ç-19		Çorum	Mecitözü	
Ç-20	Çorum	Boğazkale		
Ç-21	Çorum	Boğazkale		
Ç-22	Çorum	İskilip		

Tablo 4.2. (devam) Elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının Anastomosis Grup (AG)'ları, elde edildikleri iller ve ilçeler

Anastomosis Grup	İzolat Kodu	Elde Edildiği İl	Elde Edildiği İlçe	
AG 4 HG-II	A-2	Amasya	Suluova	
	A-5	Amasya	Suluova	
	A-12	Amasya	Merkez	
	A-14	Amasya	Merkez	
	A-15	Amasya	Merkez	
	A-16	Amasya	Merkez	
	A-17	Amasya	Merkez	
	A-18	Amasya	Merkez	
	A-19	Amasya	Merkez	
	A-20	Amasya	Merkez	
	A-22	Amasya	Merzifon	
	A-23	Amasya	Merzifon	
	A-25	Amasya	Merzifon	
	A-26	Amasya	Merzifon	
	A-27	Amasya	Merzifon	
	A-28	Amasya	Merzifon	
	A-31	Amasya	Merzifon	
	A-33	Amasya	Merzifon	
	A-37	Amasya	Gümüşhacıköy	
	A-38	Amasya	Gümüşhacıköy	
	A-39	Amasya	Gümüşhacıköy	
	A-42	Amasya	Gümüşhacıköy	
	S-2	Samsun	Vezirköprü	
	S-5	Samsun	Vezirköprü	
	S-6	Samsun	Vezirköprü	
	S-7	Samsun	Vezirköprü	
	S-8	Samsun	Vezirköprü	
	S-13	Samsun	Havza	
	S-14	Samsun	Havza	
	S-15	Samsun	Ladik	
	S-18	Samsun	Ladik	
	S-19	Samsun	Ladik	
	S-20	Samsun	Ladik	
	AG 5	T-2	Tokat	Merkez
		T-3	Tokat	Merkez
T-5		Tokat	Artova	
T-7		Tokat	Artova	
T-9		Tokat	Artova	
T-12		Tokat	Pazar	
T-13		Tokat	Pazar	

Tablo 4.2. (devam) Elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının Anastomosis Grup (AG)'ları ve elde edildikleri iller ve ilçeler

Anastomosis Grup	İzolat Kodu	Elde edildiği İl	Elde Edildiği İlçe
AG 5	T-14	Tokat	Zile
	T-15	Tokat	Zile
	T-16	Tokat	Zile
	T-17	Tokat	Zile
	T-20	Tokat	Sulusaray
	T-22	Tokat	Sulusaray
	T-23	Tokat	Sulusaray
	T-26	Tokat	Turhal
	T-27	Tokat	Turhal
	A-1	Amasya	Suluova
	A-3	Amasya	Suluova
	A-4	Amasya	Suluova
	A-6	Amasya	Suluova
	A-7	Amasya	Suluova
	A-8	Amasya	Suluova
	A-9	Amasya	Suluova
	A-10	Amasya	Merkez
	A-11	Amasya	Merkez
	A-13	Amasya	Merkez
	A-21	Amasya	Merzifon
	A-24	Amasya	Merzifon
	A-29	Amasya	Merzifon
	A-34	Amasya	Merzifon
	A-35	Amasya	Merzifon
	A-36	Amasya	Gümüşhacıköy
	A-40	Amasya	Gümüşhacıköy
	A-41	Amasya	Gümüşhacıköy
	Ç-5	Çorum	Alaca
	Ç-12	Çorum	Alaca
	Ç-14	Çorum	Merkez
	Ç-24	Çorum	İskilip
	Ç-25	Çorum	İskilip
	S-1	Samsun	Vezirköprü
	S-3	Samsun	Vezirköprü
	S-10	Samsun	Havza
	S-11	Samsun	Havza
	S-12	Samsun	Havza

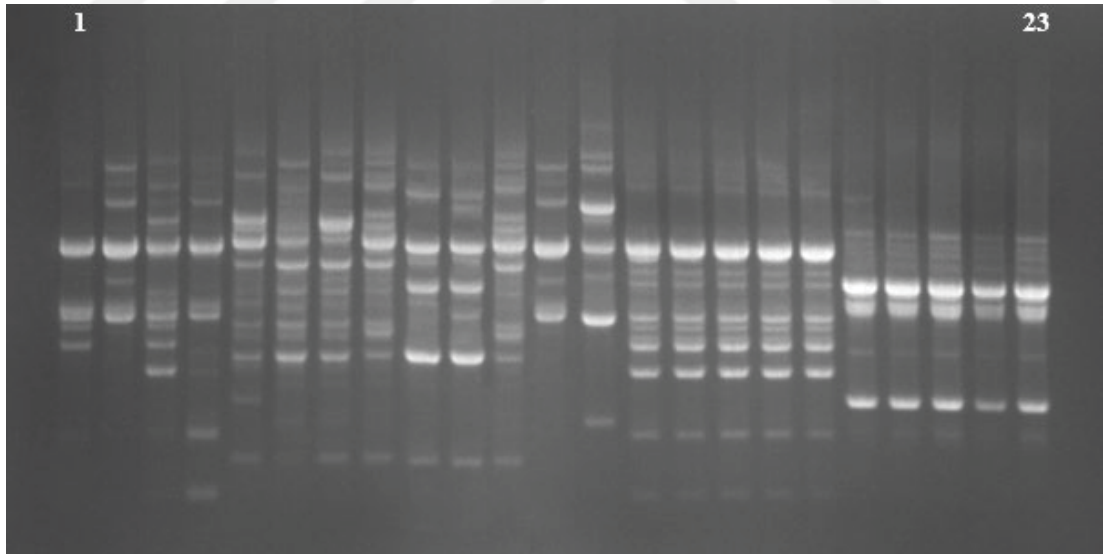


Şekil 4.1. Elde edilen tüm *Rhizoctonia solani* izolatlarının anastomosis gruplarının dağılımı

4.2. Moleküler Analiz Sonuçları

4.2.1. Tüm İzolatların SCoT Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Önceki çalışmalarda fungus genomlarında polimorfik gücü yüksek olan SCoT32 (CCATGGCTACCACCGCAC) primeri çalışmalar için seçilmiştir. SCoT32'den elde temsili bant desenleri Şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. *Rhizoctonia* izolatlarının SCoT32 ile elde edilen DNA parmak izleri. Örnek Sırası: 1-13:

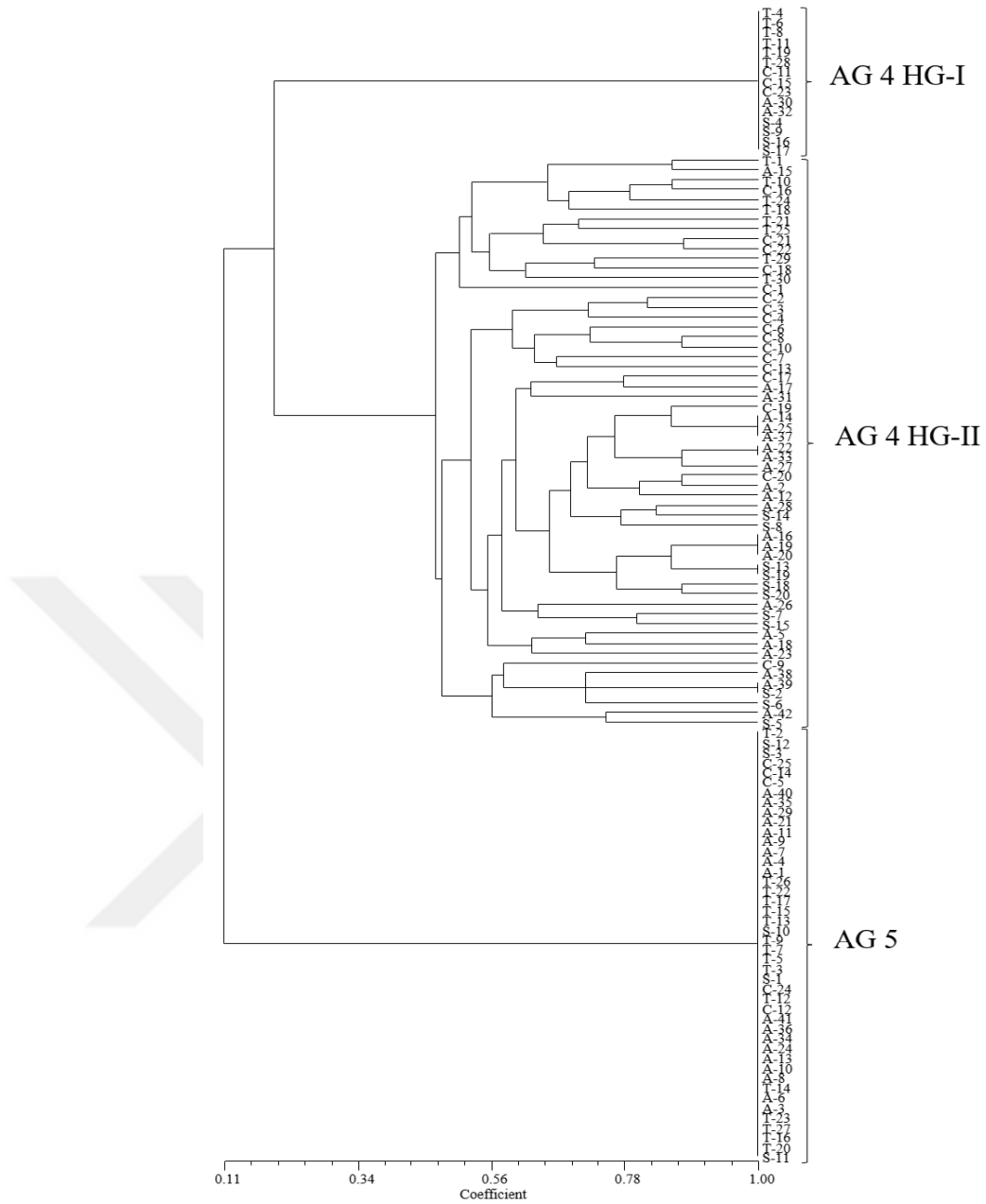
R. solani AG 4 HG-II, 14-18: *R. solani* AG 4 HG-I, 19-23: *R. solani* AG 5

Bu çalışmada, SCoT32 primerinin 117 *R. solani* izolatı arasındaki genetik varyasyonu değerlendirmede başarılı olduğu ve %96.30 gibi yüksek bir polimorfik bant yüzdesi (PBY) ortaya koyduğu görülmüştür. Bu oran, seçilen primerin izolatlar arasındaki genetik farklılıkları ayırt etme gücünün yüksek olduğunu ve başlangıç kodonlarını hedef alan SCoT markörlerinin fungus genetiği çalışmalarında etkin bir şekilde

kullanılabileceğini göstermektedir. SCoT32 primeri için hesaplanan PIC ve RP indeks değerleri hesaplanmıştır. PIC değeri 0.23 olarak ve RP değeri ise 9,01 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre SCoT32 primeri *R. solani*'nin farklı AG grupları arasında yüksek düzeyde bir ayırım sağlamış olup sonuçlar iPBS primeri ile uyumludur.

Sonuç olarak, bu çalışma SCoT markörlerinin, özellikle de SCoT32 primerinin, incelenen *R. solani* izolatlarının genetik çeşitliliğini belirlemede güçlü bir araç olduğunu doğrulamıştır. Sistemin iPBS'e göre daha bilgilendirici olması ve ISSR ile yapılan başka bir çalışmaya göre daha yüksek bant sayısı vermesi, tekniğin etkinliğini ortaya koymaktadır.

Jaccard'ın benzerlik katsayısı kullanılarak SCoT32 markörünün kümeleme analizlerinden elde edilen UPGMA dendrogramı, 117 *R. solani* izolatını 3 ana gruba ayırmıştır (Şekil 4.3). Dendrogram incelendiğinde *R. solani* izolatlarının farklı Ag gruplarının birarada toplandığı görülmektedir. *R. solani* AG 4 HG-II izolatlarının toplandığı bu grup kendi içinde birçok alt gruba ayrılmaktadır. Diğer yandan, ikinci grup *R. solani* AG 4 HG-I izolatlarını içermektedir. *R. solani* AG 5 üçüncü kümede toplanmaktadır.



Şekil 4.3. *Rhizoctonia solani* izolatlarının farklı AG gruplarına göre SCoT profillerine dayalı UPGMA filogenetik ağacı

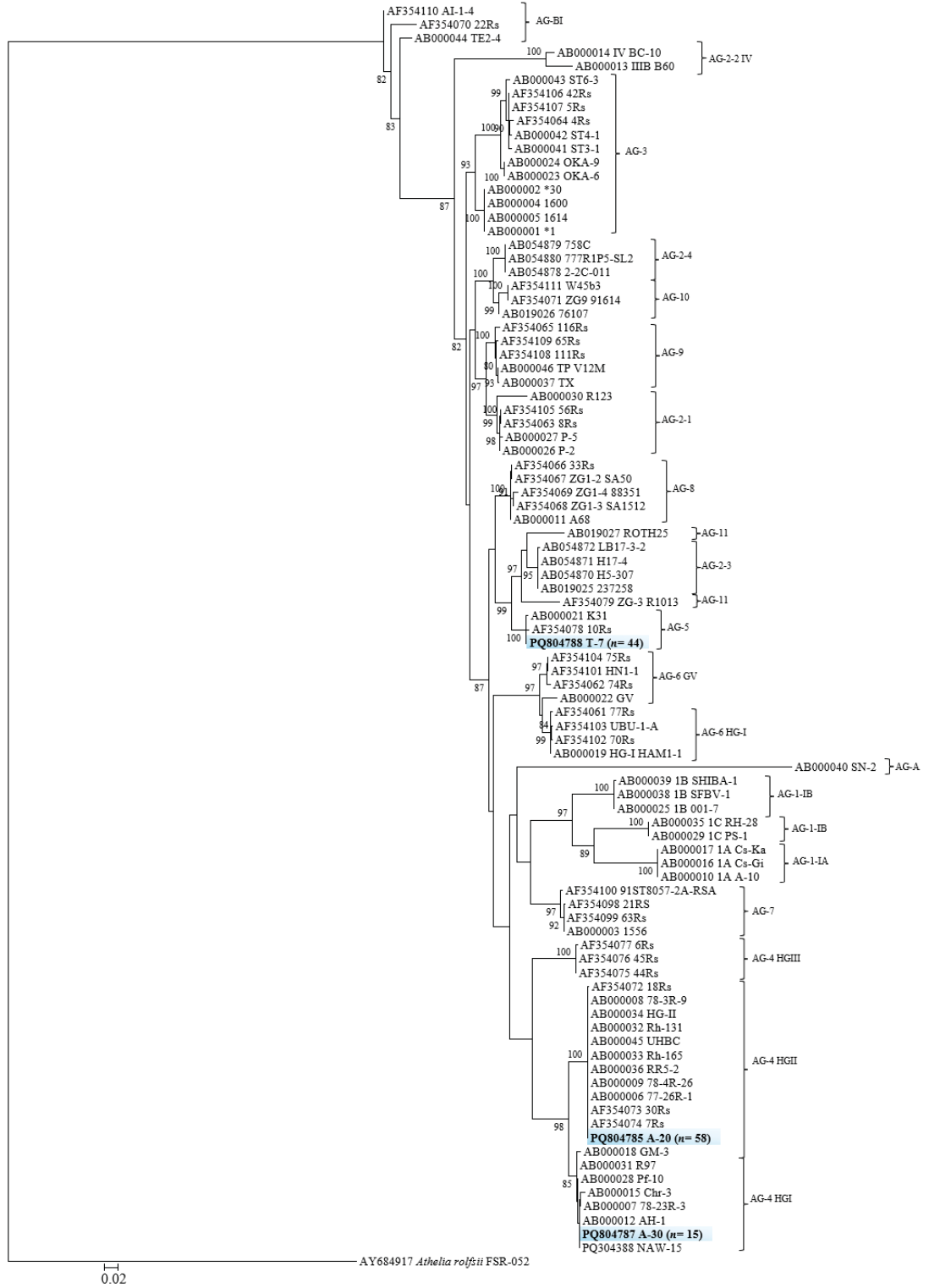
4.2.2. Filogenetik Analiz Sonuçları

Gerçekleştirilen BLASTn analizi izolatlara ait sekansların değişik araştırmacılar tarafından GenBank nükleotit veri tabanına kaydedilen *R. solani* izolat sekanslarına %100 oranında nükleotit benzerliği taşıdığını ortaya koymuştur. NCBI Banklt yazılımı kullanılarak izolatların ITS lokusuna ait sekans verileri erişim numaraları ile GenBank veri tabanına kaydedilmiştir (Tablo 4.3). Filogenetik analiz, ITS dizilerinin hizalamasıyla gerçekleştirilmiştir. Maksimum olasılık (ML) yöntemiyle filogenetik ağaç, MAFFT ile gerçekleştirilen çoklu dizi hizalamasının ardından IQ-TREE 1.6.7

yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Elde edilen filogenetik ağaç (Şekil 4.4), bu çalışmada incelenen izolatların bilinen *R. solani* izolatlarının farklı anastomosis gruplarının güçlü bir şekilde kümelendiğini ve kimliklerinin doğrulandığını göstermektedir. Bu kümeleşme modeli ayrıca *R. solani* izolatlarının farklı anastomosis grupları içindeki genetik çeşitliliği arasındaki filogenetik ilişkileri vurgulamaktadır. Ağaç, dış grup (outgroup) olarak *Athelia rolfsii* FSR-052 (AY684917) kullanılarak kümeleştirilmiş olup, FigTree yazılımı ile görselleştirilmiştir. İlgili taksonların bir arada kümelendiği ağaçların yüzdesi dalların yanında gösterilmektedir.

Tablo 4.3. *Rhizoctonia solani* izolatların GenBank veri tabanı erişim kodları

Anastomosis Grup	İzolat Kodu	Erişim No
MN <i>Rhizoctonia solani</i>		
AG 4 HG-I	A-30	PQ804787
AG 4 HG II	A-20	PQ804785
AG 5	T-7	PQ804788



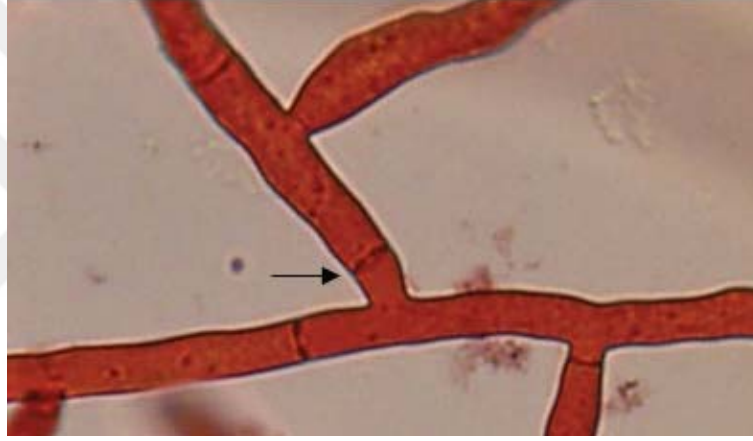
Şekil 4.4. Çalışmada elde edilen *Rhizoctonia solani* ve referans izolata ait IQ-Tree kullanılarak ITS lokus sekanslarına dayalı Maximum Likelihood filogenetik ağacı. Dallardaki sayılar, 1.000 bootstrap replikasyonundan elde edilen bootstrap değerlerini temsil eder. Çalışmada elde edilen izolatlar mavi alt rengi ile işaretlenmiştir.

Elde edilen izolatlara ait diziler, BLASTn analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve izolatların *R. solani*'nin üç farklı anastomosis grubu (AG) ile yüksek oranda benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda, 15 izolat AG 4 HG-I, 58 izolat AG

4 HG-II ve 44 izolat AG 5 grubuna ait olarak sınıflandırılmıştır. Oluşturulan üç farklı grup içindeki izolatların dizileri hizalama analizi (alignment) ile karşılaştırılmış ve grup içindeki izolatlar arasında herhangi bir nükleotid farklılığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, her grubu temsil edecek belirli izolatlar seçilerek filogenetik ağaç oluşturulmuştur.

4.3. *Rhizoctonia* spp.'nin Mikroskopik Özellikleri

Rhizoctonia spp., genellikle düzgün bir şekilde ve birbirine dik açı yaparak dallanan hiflere sahiptir. Hiflerde dallanma başlangıcında bir daralma görülür ve ardından belirgin bir şekilde dolipor septum oluşur (Şekil 4.5). BN izolatlarının hiflerinde iki çekirdek bulunurken, MN izolatlarının hiflerinde üç veya daha fazla çekirdek yer almaktadır.



Şekil 4.5. *Rhizoctonia* spp.'de dolipor septum oluşumu

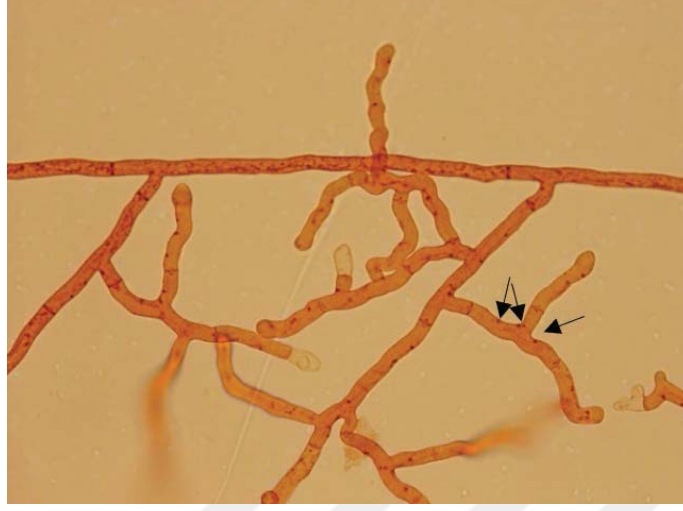
4.4. Anastomosis Gruplarının Kültürel Özellikleri

4.4.1. Anastomosis Gruplarının Çekirdek Sayıları, Sklerot Büyüklükleri ve Hif Genişlikleri

Elde edilen her anastomosis grubunu temsilen seçilen toplam 15 adet izolatın çekirdek sayıları, sklerot büyüklükleri ve hif genişlikleri ölçülmüştür (Tablo 4.4). Hif genişlikleri açısından bakıldığında izolatlar arasında AG 5'in 7.25 μ m değeri ile en yüksek hif genişliğine sahip anastomosis grubu olduğu, AG 4 HG-I'in 6.75 μ m değeri ile en düşük değere sahip anastomosis grubu olduğu belirlenmiştir.

Rhizoctonia solani anastomosis gruplarında incelenen bütün izolatlarda sklerot oluşumu tespit edilmiştir. Ele alınan gruplarda sklerot büyüklüklerinin ortalama değerlerinin 0.57-0.59 mm arasında değiştiği ve birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Çekirdek sayıları açısından ise, izolatların tümünde en az üç çekirdek bulunduğu,

ortalama çekirdek sayısının 6.50 ile en yüksek olduğu grubun AG 5, 5.50 ile en düşük değere sahip olan grubun ise AG 4 HG-II olduğu saptanmıştır (Tablo 4.4) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. MN *Rhizoctonia solani*'ye ait çekirdek sayıları

Tablo 4.4. Anastomosis gruplarının çekirdek sayıları, sklerot büyüklükleri ve hif genişlikleri

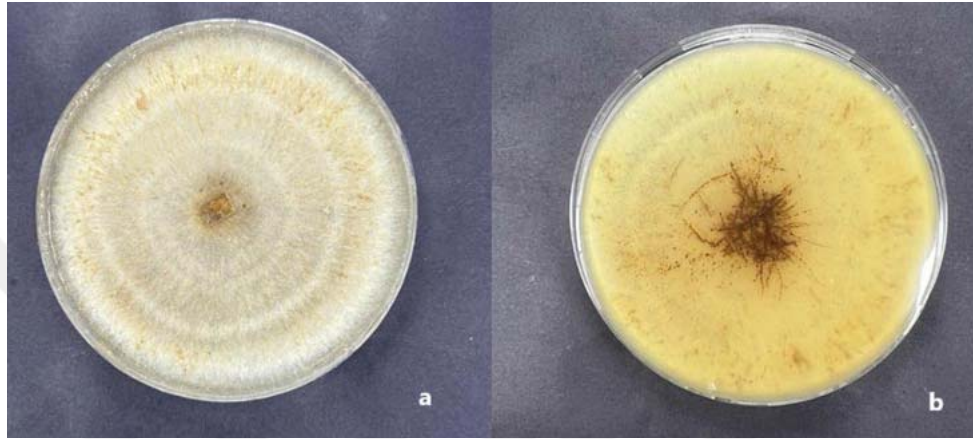
Anastomosis Grubu	İncelenen İzolat Sayısı	Koloni rengi*	Hif genişliği (µm)			Sklerot büyüklüğü (mm)			Çekirdek sayısı		
			Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.	Max.
MN <i>Rhizoctonia solani</i>											
AG 4 HG-I	5	Kahverengi	(4.40)	6.75	(9.10)	(0.12)	0.58	(1.04)	(3)	6.00	(9)
AG 4 HG-II	5	Gri-kahverengi	(4.30)	6.80	(9.30)	(0.28)	0.59	(0.90)	(3)	5.50	(8)
AG 5	5	Kahverengi	(4.70)	7.25	(9.80)	(0.19)	0.57	(0.95)	(4)	6.50	(9)

* Royal Horticulturel Society of London, renk kartları kullanılmıştır.

4.4.2. Anastomosis Gruplarının PDA Besi Ortamındaki Gelişimi

4.4.2.1. AG 4 HG-I

Bu anastomosis grubu içindeki izolatların havai hiflerinin zayıf olduğu tespit edilmiştir. Kolonilerin kültür rengi kahverengi tonlarında, sklerotların rengi ise açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişiklik göstermiştir. Sklerotlar genellikle besiyerinde gömülü halde olurken, Petri kabının yüzeyinde kenarlarda birikmiş ya da dağınık bir şekilde farklı formlarda olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. AG 4 HG-I'in PDA'daki gelişimi a) üstten, b) alttan görünümü

4.4.2.2. AG 4 HG-II

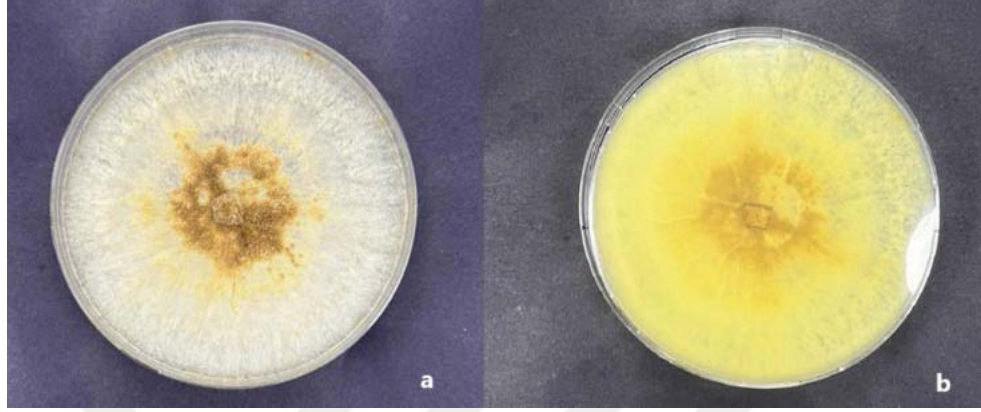
Kolonilerin genel rengi grimsi kahverengi, sklerotların rengi ise açık kahverengi olarak belirlenmiştir. Sklerotlar, besiyerinde alt kısmında gömülü halde sık ve düzensiz bir halde yer alırken, üst yüzeyde ise çok sayıda sklerot bulunmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. AG 4 HG-II'nin PDA'daki gelişimi a) üstten, b) alttan görünümü

4.4.2.3. AG 5

Kolonilerin ve sklerotların genel rengi açık kahverengi olarak belirlenmiştir. Sklerotlar, besiyerinin üst yüzeyinde, düzensiz veya toplu bir halde olmaktadır (Şekil 4.9).

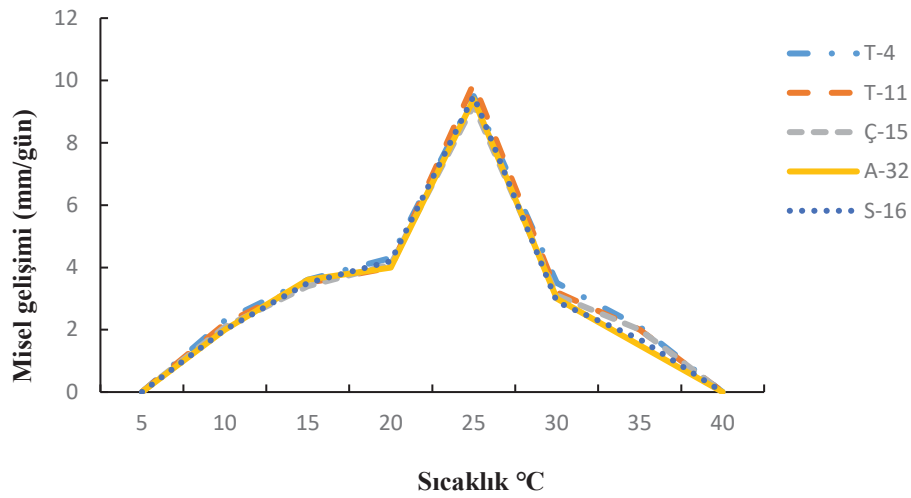


Şekil 4.9. AG 5'in PDA'daki gelişimi a) üstten, b) alttan görünümü

4.4.3. Anastomosis Gruplarının Farklı Sıcaklıklardaki Günlük Gelişme Hızları

4.4.3.1. AG 4 HG-I

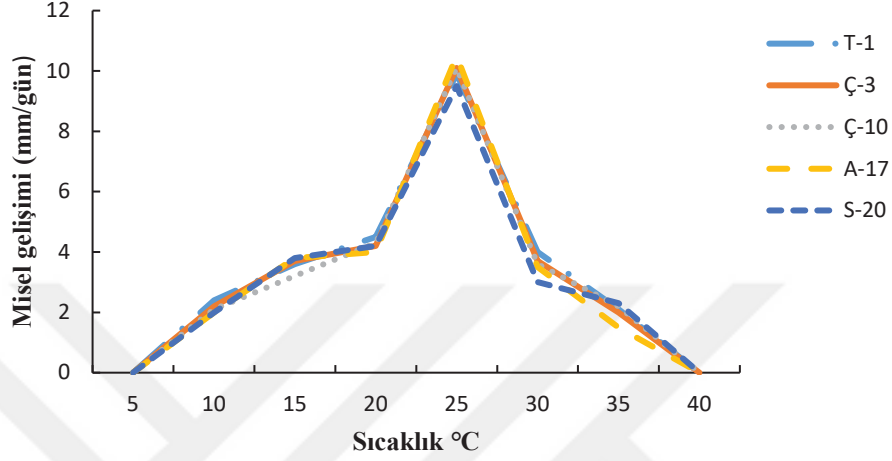
Bu grup içinde bulunan beş izolatin farklı sıcaklıklardaki günlük misel gelişim hızına etkisi Şekil 4.10'te gösterilmiştir. İzolatların günlük misel gelişim hızı, sıcaklığın artmasıyla birlikte 25 °C'ye kadar yükselmiş, 25 °C'den sonra düşüşe geçmiştir. 5 ve 40 °C'de ise herhangi bir gelişme görülmemiştir.



Şekil 4.10. AG 4 HG-I izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları

4.4.3.2. AG 4 HG-II

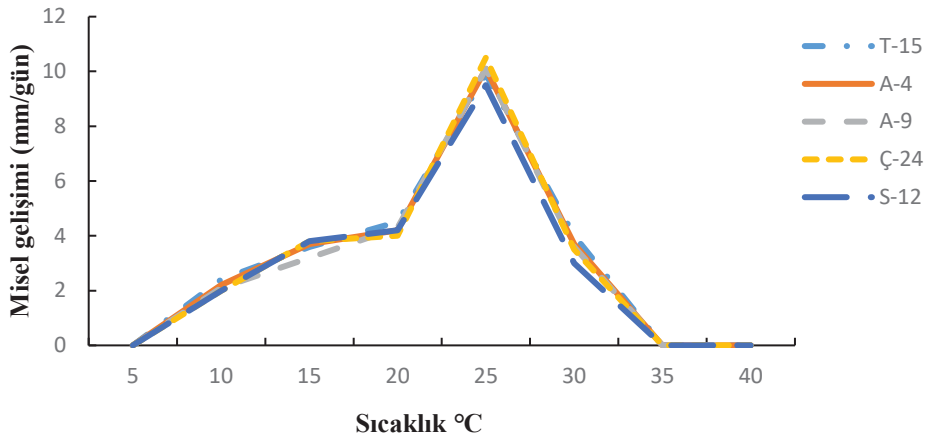
Farklı sıcaklıkların, en fazla izolat içeren AG 4 HG-II grubundan tesadüfi seçilen 5 izolatın günlük koloni gelişimine etkisi Şekil 4.11’de gösterilmiştir. İzolatların misel gelişim hızı 25 °C’ye kadar artmış, 25 °C’den sonra düşüşe geçmiştir. 5 ve 40 °C’de ise herhangi bir gelişim gözlenmemiştir.



Şekil 4.11. AG 4 HG-II izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları

4.4.3.3. AG 5

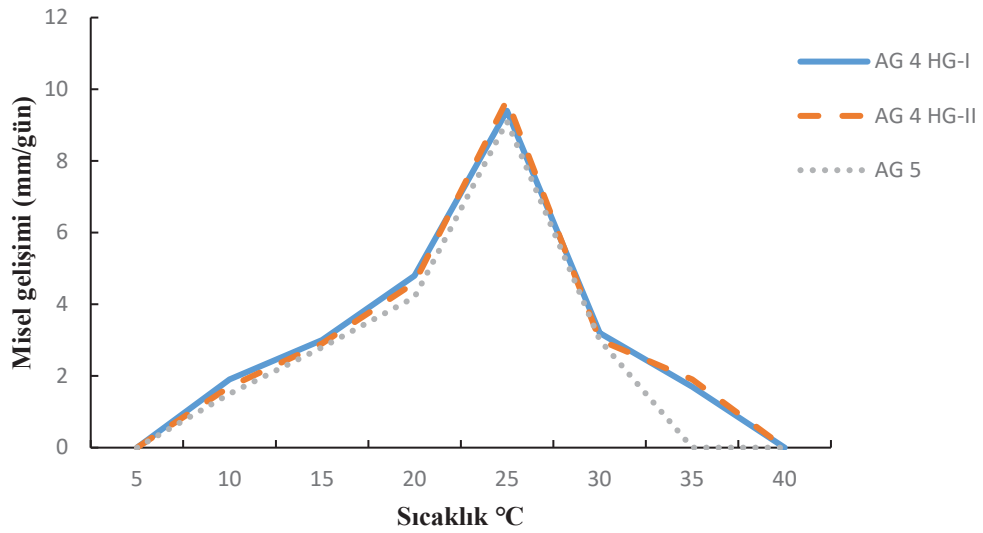
AG 5 grubunda bulunan izolatlardan tesadüfi seçilen izolatların değişik sıcaklıklardaki günlük koloni gelişim hızına etkisi Şekil 4.12’de verilmiştir. Seçilen izolatlarda 5 °C’de misel gelişimi gözlenmezken, günlük koloni gelişimi 25 °C’ye kadar artış göstermiş 25 °C’den sonra düşüşe geçmiştir. 35 °C’den sonra ise gelişme olmamıştır.



Şekil 4.12. AG 5 izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları

4.4.4. Anastomosis Gruplarının Kendi Aralarındaki Günlük Gelişme Hızları

Çalışmada belirlenen MN *R. solani* AG gruplarından rastgele seçilen izolatlardan elde edilen farklı sıcaklıklardaki ortalama günlük misel gelişim hızları Şekil 4.13’de gösterilmiştir. İzolatlar değerlendirildiğinde, üçünüde 5 °C’de gelişim göstermediği belirlenmiştir. İzolatlarının günlük gelişim hızları 25 °C’ye kadar artış gösterirken, AG 5 izolatının gelişim hızının 35 °C’ye kadar sürdüğü tespit edilmiştir. AG 4 HG-I ve AG 4 HG-II’nin ise 40 °C’ye kadar gelişme gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. MN *Rhizoctonia solani* izolatlarının 5-40 °C arasındaki sıcaklıklarda günlük gelişme hızları

4.4.5. *Rhizoctonia* İzolatlarının Patogenitesi

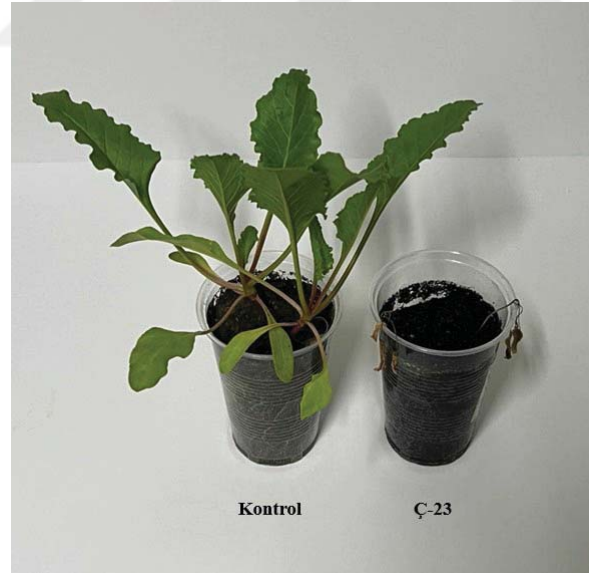
Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illeri şeker pancarı üretim alanlarından toplam 117 *Rhizoctonia* izolatı elde edilmiştir. Elde edilen *Rhizoctonia* izolatlarının hepsi ile *in vivo* koşullarda şeker pancarı (Aranka) bitkisi üzerinde patojenite denemesi yapılmıştır.

Yapılan patojenite denemesinin sonuçları Tablo 4.5’te verilmiştir. Deneme sonuçlarına bakıldığında kullanılan tüm izolatlar kontrol uygulaması ile kıyaslandığında aralarında hastalık şiddeti ve bitki gelişme parametreleri açısından istatistiksel olarak farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Çalışmada kullanılan tüm izolatların hastalık şiddeti skalası (HŞS) değeri 1.50-4.00 arasında değişmiştir. Bitki gelişme parametreleri genel olarak kontrole göre farklı bulunmuştur. İzolatlar

bitkilerin kök ve bitki gövde uzunluğunu, kök ve bitki gövde kuru ağırlığını belirgin oranda azaltmışlardır.

Çalışmada kullanılan üç anastamosis grubu arasında AG 4 HG-I ve AG 4 HG-II'ye ait izolatların şeker pancarı bitkileri üzerinde oluşturduğu hastalık şiddeti skalası (HŞS) değeri 2.50-4.00 arasında değişirken, AG 5'e ait izolatların ise 1.50-4.00 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Kullanılan tüm izolatların genellikle bitkiler üzerinde virülensliğinin yüksek olduğu fakat AG 5'e ait bazı izolatların ise orta derecede virulent olduğu görülmüştür (Tablo 4.5).

Şeker pancarı bitkileri üzerinde genel olarak MN *R. solani*'ye ait tüm izolatlar etkili olmuştur. Bu izolatlar arasında virülensi yüksek olan AG 4 HG-I'e ait Ç-23 izolatı incelenen tüm kriterler açısından kontrol grubuna göre önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($P < 0.05$). Bitkide belirgin şekilde büyüme geriliği, şiddetli kök çürüklüğü ve sonuçta ölüme neden olmuştur. Bu durum, patojenin kök ve kök boğazı bölgesinde oluşturduğu çürüklüğe bağlı olarak bitkinin su ve besin maddesi alımının engellenmesi sonucunda meydana gelmiştir. Bu da patojenin yüksek virülens düzeyine ve çökerten semptomlarına yol açtığını göstermektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Solda kontrol bitkileri ve sağda Ç-23 (AG 4 HG-I) izolatının şeker pancarı bitkilerine etkisi

Tablo 4.5. *Rhizoctonia* izolatlarının şeker pancarı bitkisi üzerindeki hastalık şiddeti ve bitki gelişimi üzerine etkisi

Anastomosis Grup	İzolat kodu	Hastalık şiddeti skalası*	Bitki uzunluğu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök uzunluğu (cm)	Kök kuru ağırlığı (g)	
MN <i>Rhizoctonia solani</i>							
AG 4 HG-I	T-4	4.00 a**	3.625 k-o	0.0100 ı	1.375 k-q	0.0100 e	
	T-6	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	1.250 l-q	0.0100 e	
	T-8	2.50 bc	10.125 bc	0.1500 abc	3.500 c-g	0.0100 e	
	T-11	4.00 a	5.125 h-l	0.0100 ı	0.875 n-q	0.0100 e	
	T-19	4.00 a	3.000 l-o	0.0100 ı	1.250 l-q	0.0100 e	
	T-28	4.00 a	4.375 k-o	0.0100 ı	0.875 n-q	0.0100 e	
	Ç-11	4.00 a	2.500 no	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	Ç-15	4.00 a	4.875 i-m	0.0100 ı	1.375 k-q	0.0100 e	
	Ç-23	4.00 a	5.000 h-m	0.0100 ı	1.375 k-q	0.0100 e	
	A-30	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.875 n-q	0.0100 e	
	A-32	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	2.125 g-o	0.0100 e	
	S-4	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.625 j-q	0.0100 e	
	S-9	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	0.875 n-q	0.0100 e	
	S-16	3.00 b	10.375 bc	0.1475 bc	2.500 e-l	0.0100 e	
	S-17	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	AG 4 HG-II	T-1	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e
		T-10	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e
T-18		3.00 b	9.875 bcd	0.1075 de	2.500 e-l	0.0100 e	
T-21		4.00 a	5.000 h-m	0.0100 ı	1.750 i-q	0.0100 e	
T-24		4.00 a	4.500 j-n	0.0100 ı	1.750 i-q	0.0100 e	
T-25		4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
T-29		3.00 b	8.500 cdef	0.1400 bc	3.375 c-h	0.0100 e	
T-30		4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
Ç-1		4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
Ç-2		4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
Ç-3		4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
Ç-4		2.50 bcd	10.125 bc	0.1225 cd	2.750 d-k	0.0100 e	
Ç-6		4.00 a	5.375 g-k	0.0100 ı	2.000 h-p	0.0100 e	
Ç-7		4.00 a	5.000 h-m	0.0100 ı	2.125 g-o	0.0100 e	
Ç-8		4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
Ç-9		4.00 a	2.125 o	0.0100 ı	0.875 n-q	0.0100 e	
Ç-10		4.00 a	3.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
Ç-13		4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
Ç-16		4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
Ç-17	2.50 bcd	9.000 b-f	0.0825 efg	2.500 e-l	0.0125 de		
Ç-18	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e		
Ç-19	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e		

Tablo 4.5. (devam) *Rhizoctonia* izolatlarının şeker pancarı bitkisi üzerindeki hastalık şiddeti ve bitki gelişimi üzerine etkisi

Anastomosis Grup	İzolat kodu	Hastalık şiddeti skalası*	Bitki uzunluğu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök uzunluğu (cm)	Kök kuru ağırlığı (g)	
AG 4 HG-II	Ç-20	4.00 a**	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	Ç-21	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	Ç-22	3.00 b	7.000 f-ı	0.0725 fgh	2.250 f-n	0.0100 e	
	A-2	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-5	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-12	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	A-14	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	A-15	2.50 bcd	9.875 bcd	0.100 def	5.250 b	0.0175 bc	
	A-16	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	A-17	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-18	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	A-19	4.00 a	5.000 h-m	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	A-20	4.00 a	4.500 j-n	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	A-22	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	A-23	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-25	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-26	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	A-27	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	A-28	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-31	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	A-33	4.00 a	3.125 k-o	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	A-37	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	A-38	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	A-39	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	A-42	4.00 a	3.250 k-o	0.0100 ı	0.875 n-q	0.0100 e	
	S-2	4.00 a	3.125 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	S-5	2.75 bc	8.500 c-f	0.0825 efg	2.875 c-j	0.0175 bc	
	S-6	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	S-7	3.00 b	10.500 bc	0.1625 ab	3.500 c-g	0.0200 b	
	S-8	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.250 l-q	0.0100 e	
	S-13	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	0.875 n--q	0.0100 e	
	S-14	3.00 b	9.750 b-e	0.1650 ab	3.000 c-j	0.0150 cd	
	S-15	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	S-18	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	S-19	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	S-20	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	AG 5	T-2	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e
		T-3	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e
		T-5	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e
		T-7	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e
T-9		4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	

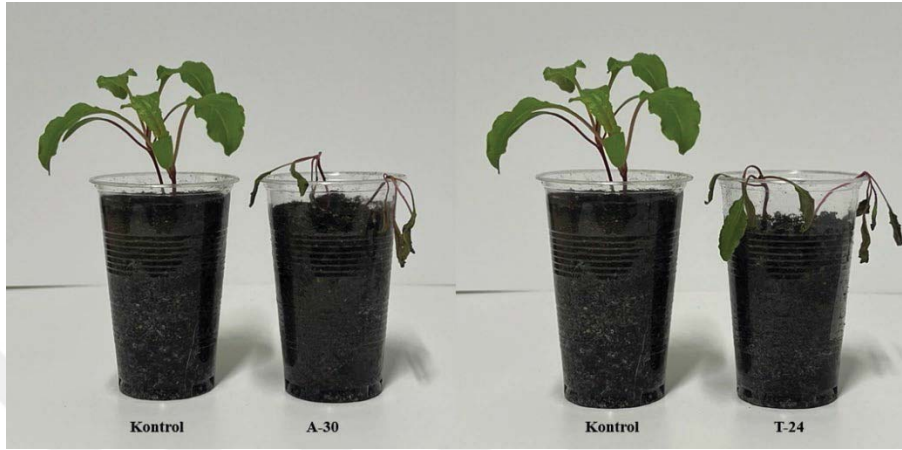
Tablo 4.5. (devam) *Rhizoctonia* izolatlarının şeker pancarı bitkisi üzerindeki hastalık şiddeti ve bitki gelişimi üzerine etkisi

Anastomosis Grup	İzolot kodu	Hastalık şiddeti skalası*	Bitki uzunluğu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök uzunluğu (cm)	Kök kuru ağırlığı (g)	
AG 5	T-12	4.00 a**	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	T-13	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	T-14	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	T-15	4.00 a	2.375 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	T-16	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	T-17	2.25 cde	9.000 b-f	0.0825 efg	3.250 c-h	0.0150 cd	
	T-20	2.50 bcd	10.250 bc	0.0875 efg	3.625 c-f	0.0150 cd	
	T-22	2.25 cde	10.250 bc	0.0900 ef	3.750 cde	0.0200 b	
	T-23	1.50 f	11.000 b	0.0825 efg	4.250 bc	0.0100 e	
	T-26	4.00 a	5.000 h-m	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	T-27	4.00 a	4.500 j-n	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	A-1	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	A-3	4.00 a	2.750 mno	0.0100 ı	0.875 n--q	0.0100 e	
	A-4	3.00 b	7.250 fgh	0.0475 h	2.875 c-j	0.0100 e	
	A-6	3.00 b	6.750 f-j	0.0725 fgh	3.250 c-h	0.0150 cd	
	A-7	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.250 l-q	0.0100 e	
	A-8	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	1.250 l-q	0.0100 e	
	A-9	4.00 a	5.125 h-l	0.0100 ı	2.875 c-j	0.0100 e	
	A-10	2.75 bc	11.000 b	0.0825 efg	3.525 c-g	0.0200 b	
	A-11	2.50 bcd	7.750 def	0.1450 bc	2.875 c-j	0.0175 bc	
	A-13	4.00 a	5.000 h-m	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	A-21	2.00 def	7.500 efg	0.0875 efg	3.750 cde	0.0200 b	
	A-24	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	A-29	4.00 a	5.375 g-k	0.0100 ı	2.125 g-o	0.0100 e	
	A-34	4.00 a	4.875 ı-m	0.0100 ı	3.125 c-ı	0.0100 e	
	A-35	2.75 bc	5.375 g-k	0.0600 gh	2.375 e-m	0.0150 cd	
	A-36	4.00 a	2.750 mno	0.0100 ı	0.750 opq	0.0100 e	
	A-40	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	1.625 j-q	0.0100 e	
	A-41	4.00 a	2.750 mno	0.0100 ı	1.250 l-q	0.0100 e	
	Ç-5	4.00 a	3.500 k-o	0.0100 ı	1.000 m-q	0.0100 e	
	Ç-12	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.500 q	0.0100 e	
	Ç-14	4.00 a	5.375 g-k	0.0100 ı	2.125 g-o	0.0100 e	
	Ç-24	4.00 a	4.875 ı-m	0.0100 ı	3.125 c-ı	0.0100 e	
	Ç-25	4.00 a	3.625 k-o	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	S-1	4.00 a	3.375 k-o	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	S-3	1.75 ef	7.500 efg	0.0875 efg	3.750 cde	0.0200 b	
	S-10	1.75 ef	7.625 d-g	0.0900 ef	4.125 bcd	0.0200 b	
	S-11	4.00 a	4.500 j-n	0.0100 ı	1.750 ı-q	0.0100 e	
	S-12	4.00 a	2.250 no	0.0100 ı	0.625 pq	0.0100 e	
	Kontrol		0.00 g	14.125 a	0.1775 a	9.500 a	0.0550 a

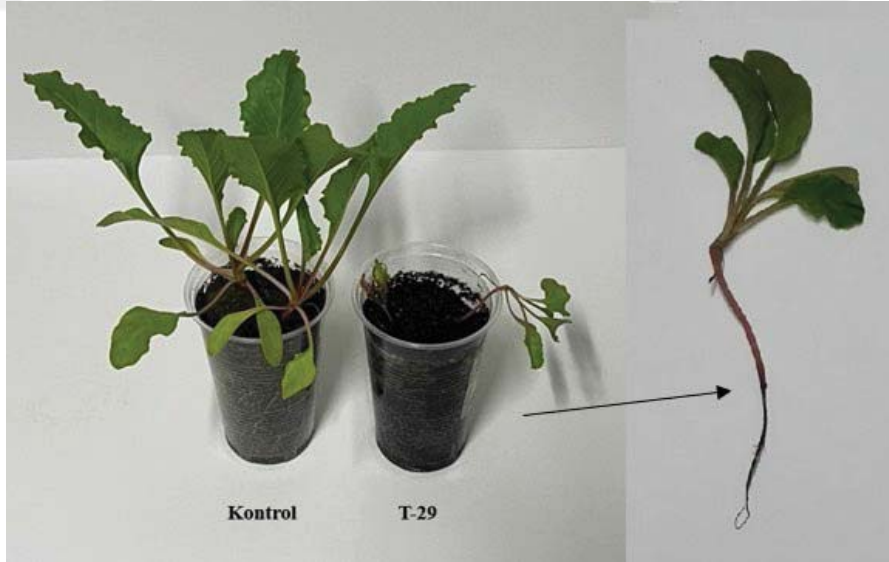
*: Hastalık şiddeti 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Hanson, 2006).

** : Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey HSD çoklu karşılaştırma testine göre farklılık yoktur ($P < 0.05$).

Patojenite denemesinde kullanılan AG 4 alt gruplarına ait izolatların çoğu, inokulasyondan 5 gün sonra şeker pancarı fidelerinde ciddi düzeyde gelişme geriliği ve ölümlle sonuçlanan çökerten hastalığı oluşturmuştur (Şekil 4.15). Bitki ve kök gelişimi önemli derecede azaltmışlar ve kırılğan hale gelmiş tel benzeri kök oluşumuna neden olmuşlardır (Şekil 4.16).

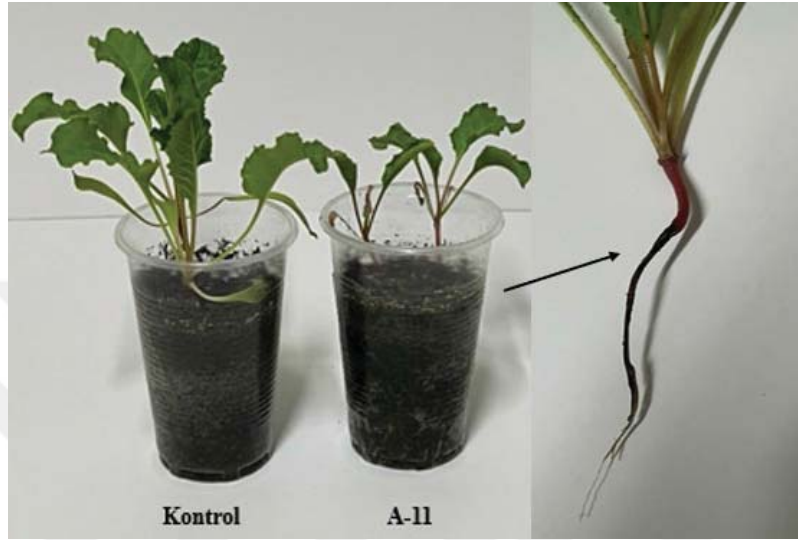


Şekil 4.15. *Rhizoctonia solani*'ye ait A-30 (AG 4 HG-I) ve T-24 (AG 4 HG-II) izolatlarının inokulasyondan 5 gün sonra şeker pancarı bitkisinde meydana getirdiği çökerten belirtisi



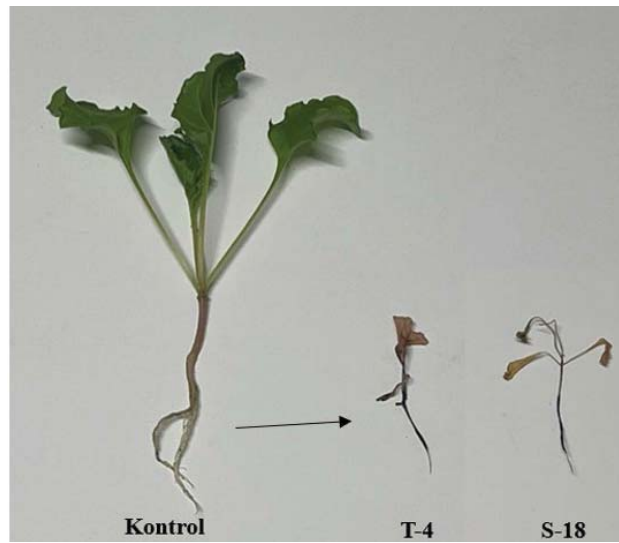
Şekil 4.16. *Rhizoctonia solani*'ye ait T-29 (AG 4 HG-II) izolatının şeker pancarı bitkisinde meydana getirdiği tel benzeri kök belirtisi

Şeker pancarı bitkisi üzerinde çoğu izolatinin virüent olduğu bir diğer grup olan AG 5'e ait izolatlarda da bitki ve kök gelişimini önemli derecede etkilediği ve ölüme sebep olduğu, bazı izolatlarında ise orta derecede hastalık şiddeti oluşturduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.5). AG 5 grubuna ait A-11 izolatu kök uzunluğu ve kök ağırlığını önemli derecede azaltmış, hipokotili çepeçevre saran nekrotik lekelerle sebep olmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. A-11 (AG 5) izolatinin şeker pancarı üzerindeki etkisi

Yapılan patojenite denemesi sonucunda AG 4'ün alt gruplarına ait tüm izolatların %84.93'ünün bitki ve kök ağırlığını önemli derecede azalttığı ve deneme sonunda bitkinin öldüğü görülmektedir (Şekil 4.18). İzolatların %15.07'sinin ise orta derecede virülenslik etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.18. AG 4 alt gruplarına ait T-4 (AG 4 HG-I) ve S-18 (AG 4 HG-II) izolatlarının bitki üzerindeki etkileri

AG 5 grubuna ait izolatların AG 4 alt gruplarına göre daha az oranda bitki ölümü ile sonuçlanmış fakat bu gruba ait izolatlarında bitki ve kök gelişimini önemli derecede azalttığı görülmüştür. Şeker pancarı bitkilerinin hipokotilinde nekrotik lekeler ve tel benzeri gövde oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.19)



Şekil 4.19. AG 5 grubuna ait T-17 ve A-10 izolatlarının bitkinin hipokotili üzerindeki etkileri

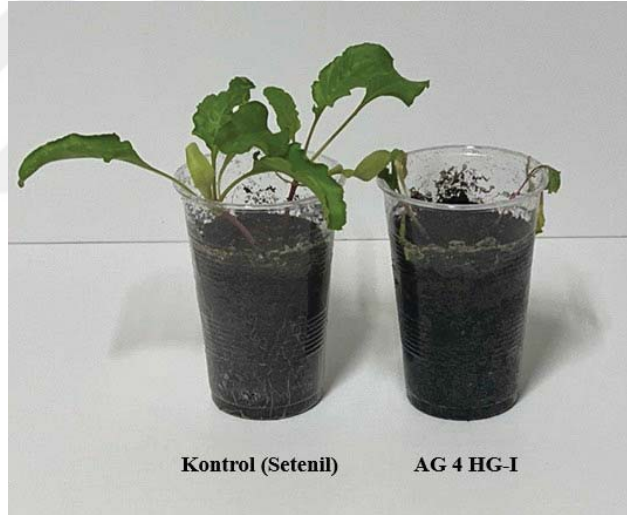
4.4.6. *Rhizoctonia* İzolatlarının Şeker Pancarı Çeşitlerinde Oluşturduğu Reaksiyon Sonuçları

Bu çalışmada, kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *R. solani*'nin AG 4 HG-I, AG 4 HG-II ve AG 5 anastomosis gruplarına karşı 10 farklı şeker pancarı çeşidinin hassas/dayanıklılık reaksiyonları *in vivo* koşullarda değerlendirilmiştir (Tablo 4.6).

AG 4 HG-I ve AG 4 HG-II izolatları ile inokule edilen çeşitlerin tamamında hastalık şiddeti skala değeri (HŞS) 3.33-4.00 arasında olmuştur. Çeşitlerin hastalık şiddeti yüzdesi %83.33–100 aralığında değişmekte ve bu değerler doğrultusunda tüm çeşitlerin bu patojene karşı duyarlı (S) olduğu belirlenmiştir. Aranka, Bison, Lizard, Lider, Kuno, Matador ve Bercero çeşitleri ise her iki grup yönünden incelendiğinde hastalık şiddetinin %100 olduğu anlaşılmıştır. Setenil, Gordion ve Mohican çeşitlerinin ise hastalık şiddetinin %83.33-95.83 oranlarında değişiklik gösterdiği ve hastalığa karşı duyarlı oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.20, 4.21).



Şekil 4.20. *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-I (Ç-15)'in Gordion çeşidi üzerindeki etkisi



Şekil 4.21. *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-I (Ç-15)'in Setenil çeşidi üzerindeki etkisi

Tablo 4.6. MN *Rhizoctonia solani* izolatlarının şeker pancarı çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalık şiddeti skala değeri, hastalık şiddeti (%) ve dayanıklılık seviyesi

Çeşit	AG 4 HG-I				AG 4 HG-II				AG 5					
	Hastalık skala değeri*	Hastalık şiddeti (%)***	Dayanıklılık seviyesi****	Hastalık skala değeri	Hastalık şiddeti (%)	Dayanıklılık seviyesi	Hastalık skala değeri	Hastalık şiddeti (%)	Hastalık skala değeri	Hastalık şiddeti (%)	Dayanıklılık seviyesi	Hastalık skala değeri	Hastalık şiddeti (%)	Dayanıklılık seviyesi
Aranca	4.00 a**	100	S	4.00 a	100	S	3.83 a	95.83	3.83 a	95.83	S	3.83 a	95.83	S
Bison	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S	4.00 a	100	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S
Lizard	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S	4.00 a	100	2.67 b	66.67	LR	2.67 b	66.67	LR
Lider	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S	4.00 a	100	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S
Mohican	3.50 ab	87.50	S	3.33 b	83.33	S	3.33 b	83.33	1.50 c	29.17	MR	1.50 c	29.17	MR
Kuzgun	4.00 a	100	S	3.50 ab	87.50	S	3.50 ab	87.50	3.17 ab	79.17	LR	3.17 ab	79.17	LR
Kuno	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S	4.00 a	100	3.67 a	91.67	S	3.67 a	91.67	S
Matador	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S	4.00 a	100	2.67 b	66.67	LR	2.67 b	66.67	LR
Gordion	3.67 ab	91.67	S	3.83 ab	95.83	S	3.83 ab	95.83	2.50 b	62.50	LR	2.50 b	62.50	LR
Setenil	3.33 b	83.33	S	3.33 b	83.33	S	3.33 b	83.33	1.33 c	20.83	HR	1.33 c	20.83	HR
Bercero	4.00 a	100	S	4.00 a	100	S	4.00 a	100	3.33 ab	83.33	S	3.33 ab	83.33	S
Kontrol	0.00 c	0		0.00 c	0		0.00 c	0	0.00 d	0		0.00 d	0	

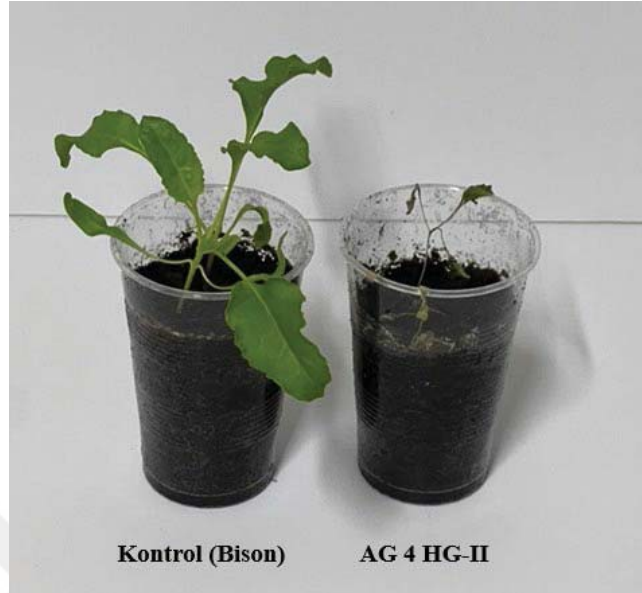
*: Hastalık şiddeti 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Hanson, 2006).

** : Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey HSD çoklu karşılaştırma testine göre farklılık yoktur ($P < 0.05$).

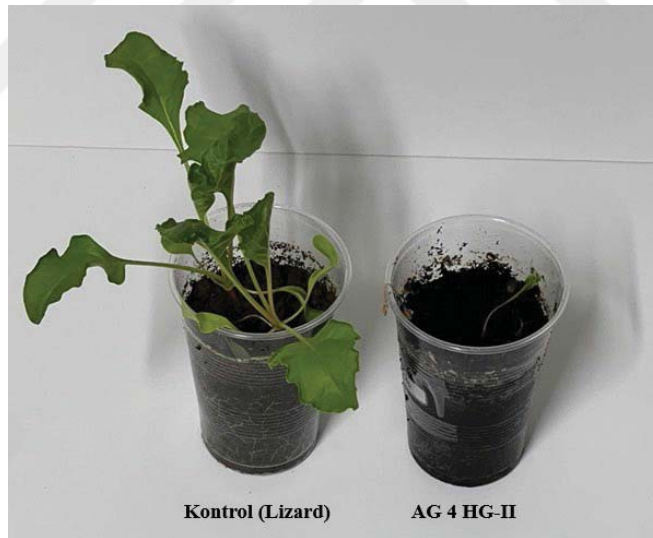
***: Hastalık şiddeti indeksi 0-4 skalası üzerinden yüzde olarak Tawsend-Hauberger formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

****: I=%0-20:Yüksek derecede dayanıklı (HR), II=%21-50:Orta derecede dayanıklı (MR), III=%51-80:Düşük derecede dayanıklı (LR), IV=%81-100:Duyarlı (S).

Genel olarak Tablo 4.6 incelendiğinde çalışmada kullanılan AG 4'e ait izolatların Aranka, Bison, Lizard, Lider, Kuno, Matador ve Bercero çeşitlerinde ölüme sebep olduğu görülmüştür (Şekil 4.22, 4.23).



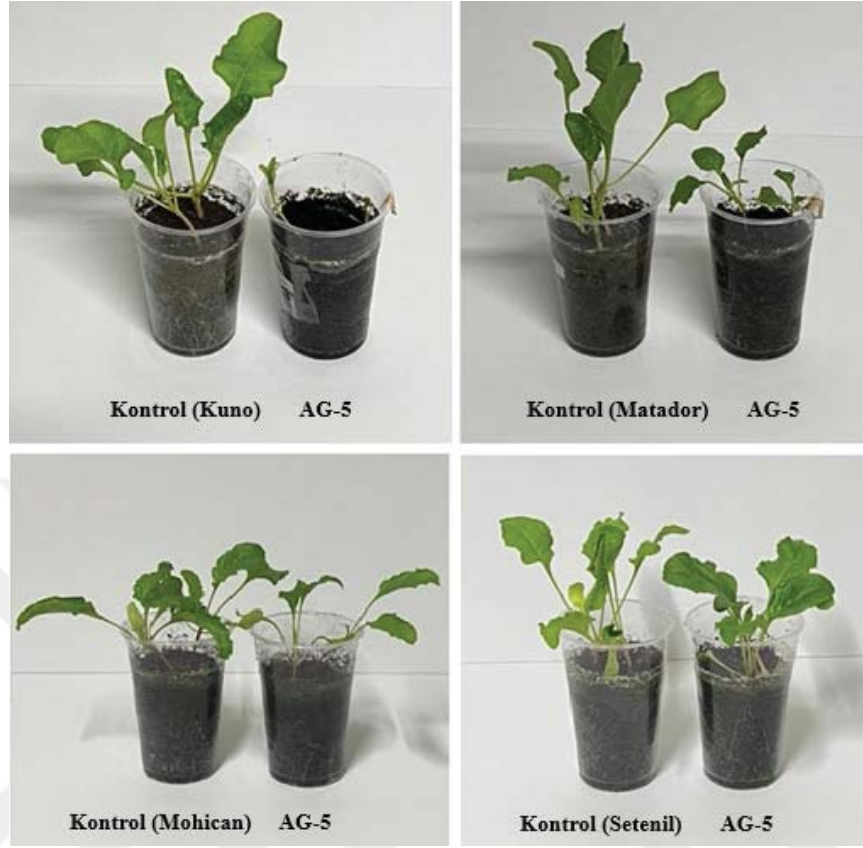
Şekil 4.22. *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-II (A-28)'nin Bison çeşidi üzerindeki etkisi



Şekil 4.23. *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-II (A-28)'nin Lizard çeşidi üzerindeki etkisi

Çalışmada kullanılan bir diğer grup olan AG 5'e ait izolatın şeker pancarı çeşitlerinde oluşturduğu hastalık skala değeri 1.33-4.00 arasında değişmektedir (Tablo 4.6). Çeşitlerin dayanıklılık durumları incelendiğinde, Aranka, Lider, Bison Kuno ve Bercero çeşitleri hastalığa karşı duyarlı (S) olurken, Lizard, Kuzgun, Matador ve Gordion çeşitlerinin düşük derecede dayanıklı (LR) olduğu, Mohican çeşidinin orta

derecede dayanıklı (MR) olduğu, Setenil çeşidinin ise dayanıklı (HR) olduğu yapılan çalışma sonrasında tespit edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. *Rhizoctonia solani* AG 5 (S-1)'in bazı şeker pancarı çeşitleri üzerindeki etkisi

Çalışmada kullanılan şeker pancarı çeşitlerinin tamamı (%100), AG 4 HG-I ve AG 4 HG-II anastomosis gruplarına karşı duyarlı olarak sınıflandırılmıştır. Bir diğer grup olan AG 5'e karşı çeşitlerin yalnızca %45'i duyarlı bulunmuş, geri kalan çeşitler ise düşük veya orta düzeyde dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4.7. *Rhizoctonia* İzolatlarına Karşı Biyolojik Mücadele Ajanlarının Etkinlik Denemeleri Sonuçları

Etkinlik denemesinde *R. solani*'ye karşı duyarlılığı bilinen Aranka şeker pancarı çeşidi kullanılmıştır. Patojenite testlerinde en yüksek virülens düzeyine sahip olarak belirlenen ve çeşit reaksiyon denemelerinde de kullanılan üç farklı anastomosis grubuna ait izolat [AG 4 HG-I (Ç-15), AG 4 HG-II (A-28), AG 5 (S-1)], etkinlik testlerinde de değerlendirilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ve uygulama şekilleri Tablo 4.7'de verilmiştir. Patojenle bulaşık uygulamalarda, bitkilerin kök ve gövde uzunlukları, kök ve gövde kuru ağırlıkları ve hastalık şiddeti skalası (HŞS)

sonuçları negatif kontrole (N.K.) göre incelendiğinde istatistiksel olarak farklılıklar gözlemlenmiştir (P<0.05) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Serenade, T-22 ve *Trichoderma* spp.'nin MN *Rhizoctonia solani*'ye karşı etkinlik oranları

Uygulama	Hastalık skala değeri*	Hastalık şiddeti (%)***	Bitki uzunluğu (cm)	Kök uzunluğu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
Negatif Kontrol	0.00 g**	0.00	15.25 a	7.12 a	0.90 a	0.085 a
Pozitif kontrol (Ç-15)	3.25 ab	81.25	6.50 l	2.00 m	0.13 f	0.012 ı
Pozitif kontrol (A-28)	3.75 a	93.75	7.50 kl	2.50 klm	0.18 f	0.012 ı
Pozitif kontrol (S-1)	3.00 abc	75.00	8.37 jkl	3.00 ı-m	0.16 f	0.025 hı
<i>T. harzianum</i>	0.00 g	0.00	15.12 ab	6.50 abc	0.88 ab	0.080 ab
<i>T. atroviride</i>	0.00 g	0.00	15.00 ab	6.50 abc	0.84 abc	0.077 abc
T-3 (<i>Trichoderma</i> sp.)	0.00 g	0.00	14.25 abc	5.62 b-e	0.81 abc	0.072 abc
<i>T. harzianum</i> + Ç-15	1.50 def	37.50	11.00 d-ı	4.87 d-g	0.78 abc	0.042 e-h
<i>T. atroviride</i> + Ç-15	1.50 def	37.50	12.37 c-f	5.00 d-g	0.82 abc	0.042 e-h
T-3 + Ç-15	2.00 cd	50.00	9.00 ıjk	2.87 j-m	0.47 e	0.030 hı
T-22 ilaç + Ç-15	0.50 fg	12.50	14.75 ab	6.37 abc	0.82 abc	0.060 b-f
T-22 izolat + Ç-15	2.25 bcd	56.25	10.00 g-j	3.75 g-k	0.52 e	0.037 fgh
Serenade ilaç + Ç-15	0.75 efg	18.75	11.50 d-h	6.87 ab	0.80 abc	0.075 abc
Serenade izolat + Ç-15	2.25 bcd	56.25	9.62 h-k	3.50 h-l	0.44 e	0.035 ghi
<i>T. harzianum</i> + A-28	2.00 cd	50.00	9.50 h-k	2.87 j-m	0.22 f	0.032 ghi
<i>T. atroviride</i> + A-28	2.25 bcd	56.25	9.00 ıjk	2.25 lm	0.19 f	0.035 ghi
T-3 + A-28	3.00 abc	75.00	9.37 h-k	2.50 klm	0.17 f	0.025 hı
T-22 ilaç + A-28	1.25 def	31.25	13.00 a-e	5.62 b-e	0.73 bc	0.072 abc
T-22 izolat + A-28	1.75 de	43.75	11.50 d-h	4.75 e-h	0.55 de	0.040 fgh
Serenade ilaç + A-28	1.50 def	37.50	13.00 a-e	5.50 c-f	0.71 cd	0.065 a-e
Serenade izolat + A-28	2.00 cd	50.00	10.37 f-j	4.62 e-h	0.52 e	0.037 fgh
<i>T. harzianum</i> + S-1	1.25 def	31.25	12.37 c-f	5.50 c-f	0.81 abc	0.067 a-d
<i>T. atroviride</i> + S-1	1.50 def	37.50	11.37 d-h	5.50 c-f	0.74 abc	0.070 a-d
T-3 + S-1	1.50 def	37.50	12.25 c-g	5.37 c-f	0.73 bc	0.072 abc
T-22 ilaç + S-1	0.50 fg	12.50	13.25 a-d	6.12 a-d	0.88 ab	0.080 ab
T-22 izolat + S-1	1.25 def	31.25	10.87 e-ı	4.00 g-j	0.53 e	0.055 c-g
Serenade ilaç + S-1	0.75 efg	18.75	12.87 b-e	5.62 b-e	0.85 abc	0.070 a-d
Serenade izolat + S-1	1.75 de	43.75	10.00 g-j	4.25 f-ı	0.56 de	0.047 d-h

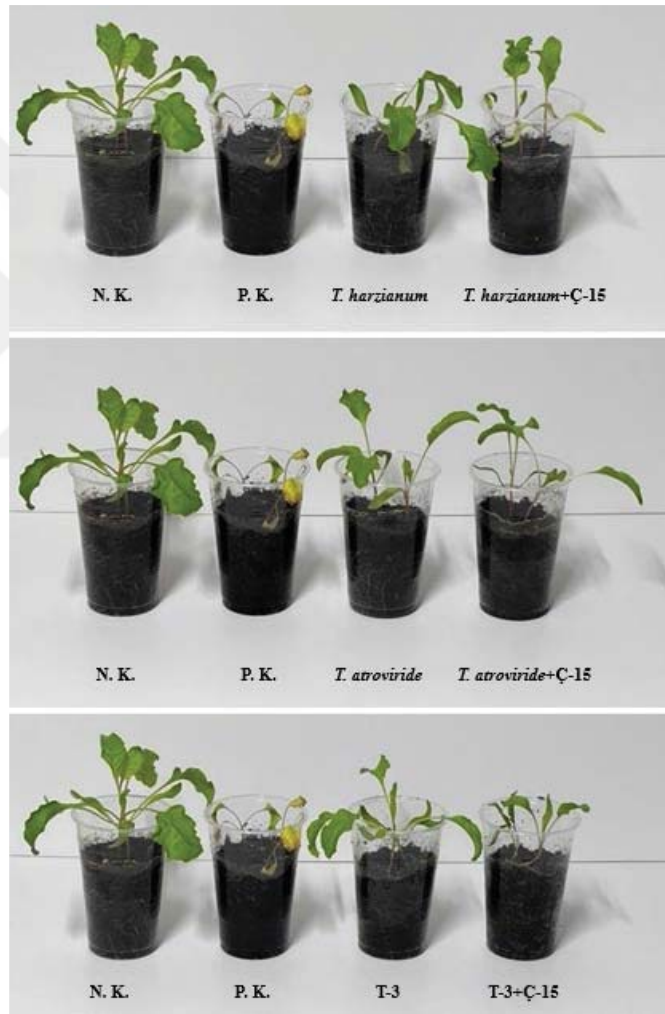
*: Hastalık şiddeti 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Hanson, 2006).

** : Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey HSD çoklu karşılaştırma testine göre farklılık yoktur (P<0.05).

***: Hastalık şiddeti indeksi 0-4 skalası üzerinden yüzde olarak Tawsend-Hauberger formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Rhizoctonia solani AG 4 HG-I (Ç-15) ile *Trichoderma* türlerinin ve biyolojik preparatların birlikte uygulanması sonucunda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bitki gövde ve kök uzunlukları, bitki ve kök kuru ağırlıkları yönünden pozitif kontrole göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. Patojenle birlikte olan uygulamaların hastalık şiddeti %12.5-56.25 arasında değişiklik göstermiştir. Sadece patojen uygulanan

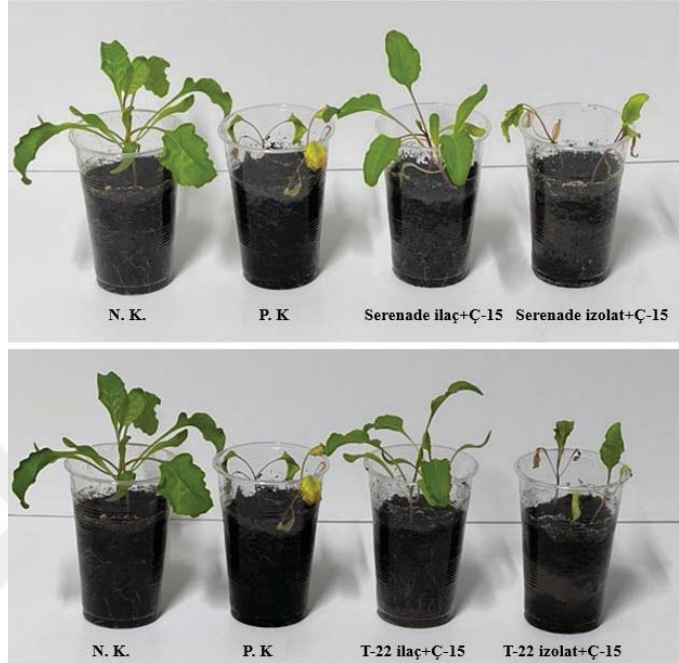
pozitif kontrolde (P.K.) ise hastalık şiddetinin %81.25 olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda bütün parametreler incelendiğinde *R. solani* AG 4 HG-I (Ç-15)'in *T. harzianum* ve *T. atroviride*'li uygulamaları negatif kontrole yakın değerde, istatistiki olarak da aynı grup içerisinde yer almaktadır ($P<0.05$). Pozitif kontrolde bitkilerin skala değerleri 3.25 iken, *T. harzianum* ve *T. atroviride* izolatlarının kullanıldığı uygulamalarda skala 1.50, T-3'lü uygulama da ise 2.00 tespit edilmiş ve sonuç olarak üçü de aynı grupta yer almışlardır (Tablo 4.7, Şekil 4.25). Hastalık şiddeti pozitif kontrolde %81.25 iken *Trichoderma*'lı uygulamaların bu değeri oldukça düşürdüğü belirlenmiştir.



Şekil 4.25. *Trichoderma* türlerinin Ç-15 (AG 4 HG-I) üzerindeki etkileri

Yapılan denemede biyolojik preparatların (Serenade (*B. subtilis*), T-22 (*T. harzianum*)) hem ticari formu tavsiye edilen dozu ve şekliyle uygulandığında hem de izolat olarak *R. solani* AG 4 HG-I (Ç-15)'e karşı bitkiye uygulandıklarında pozitif kontrole göre etkili oldukları ortaya çıkmıştır. Ticari preparat formunda

uygulandıklarında hastalık skalasının 0.50-0.75 arasında değiştiği ve negatif kontrol ile aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir ($P<0.05$) (Tablo 4.7). Ancak izolat formlarının ise ticari preparatları kadar etkili olmadığı fakat hastalık oluşumunu pozitif kontrole göre azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.26).

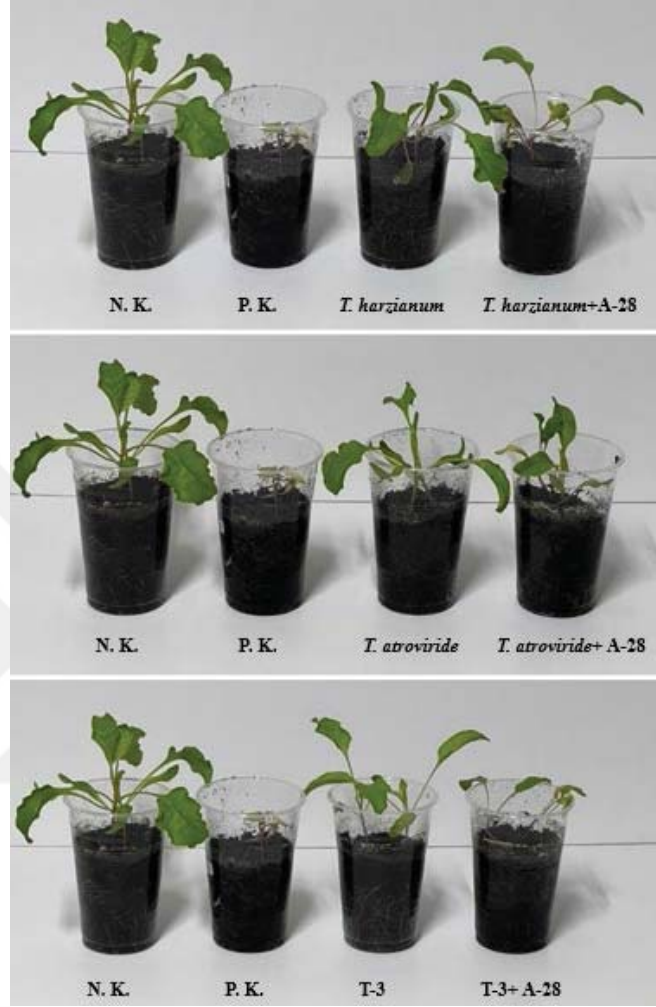


Şekil 4.26. Serenade ve T-22'nin izolat ve ilaç olarak uygulamalarının Ç-15 (AG 4 HG-I)'e karşı bitki üzerindeki etkileri

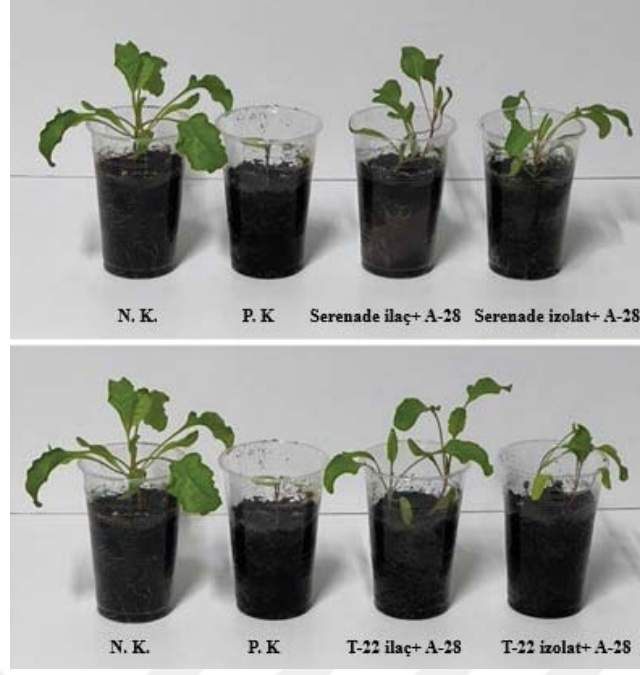
Trichoderma türleri ile *R. solani* AG 4 HG-II (A-28)'nin birlikte ve AG 4 HG-II (A-28)'nin tek başına uygulanması ile elde edilen sonuçlar Tablo 4.7'de verilmiştir. Bütün uygulamalarda bitkinin tüm parametreleri yönünden elde edilen veriler incelendiğinde negatif kontrole göre azaldığı belirlenmiş, pozitif kontrole göre ise bu verilerin arttığı tespit edilmiştir. Sadece patojen bulaşık olan uygulamada hastalık şiddeti %93.75 iken, *Trichoderma* ile birlikte uygulandığında hastalık şiddeti %37.5-50 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bitkilerin gelişimi üzerine tüm parametrelere bakıldığında *T. harzianum* ve *T. atroviride*, T-3 izolatına göre pozitif yönde daha etkili olmuştur (Şekil 4.27). Sadece *R. solani* AG 4 HG-II (A-28) ile bulaşık olan uygulamanın hastalık şiddeti skala (HŞS) değeri 3.75 olurken, *Trichoderma* türleri ile beraber uygulandığında bu değer 1.50-2.00 arasında değişmektedir.

Rhizoctonia solani AG 4 HG-II (A-28) ile yapılan diğer uygulama olan biyolojik preparatların (Serenade (*B. subtilis*), T-22 (*T. harzianum*)) her iki formunun da patojen ile birlikte uygulandığında hastalık şiddeti skalasının (HŞS) 1.25 ve 2.00 arasında

değiştiği görölmektedir. Bu değerlerin negatif kontrole yakın olmadığı fakat, pozitif kontrole göre skala değerlerini düşürdükleri ve hastalık oluşumunu pozitif kontrole göre azalttıkları belirlenmiştir (şekil 4.28).

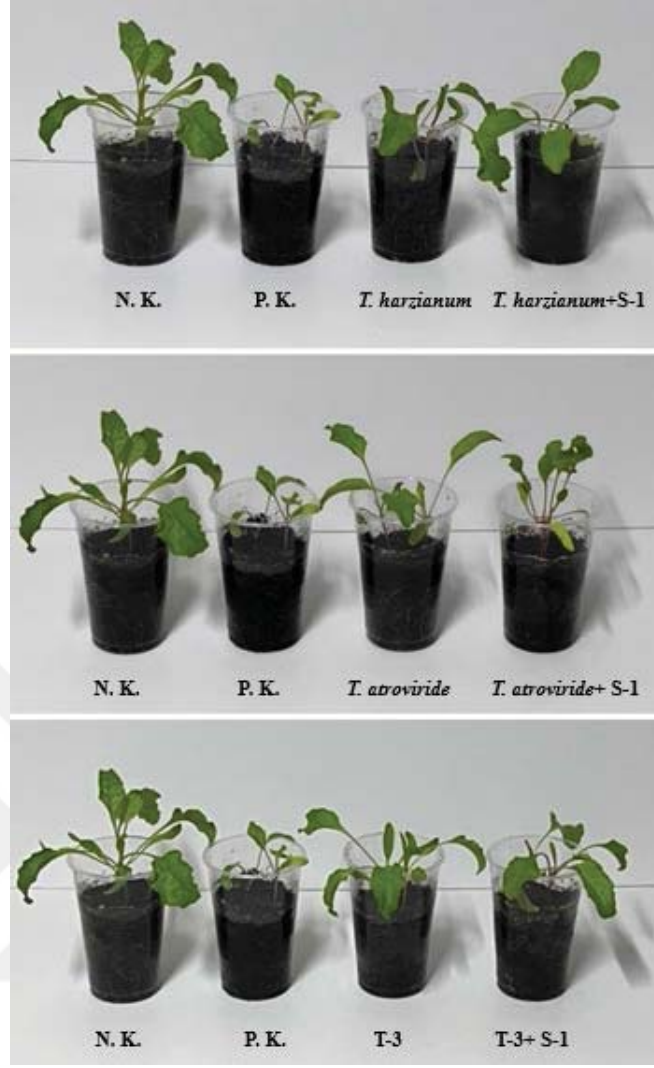


şekil 4.27. *Trichoderma* türlerinin A-28 (AG 4 HG-II) üzerindeki etkileri



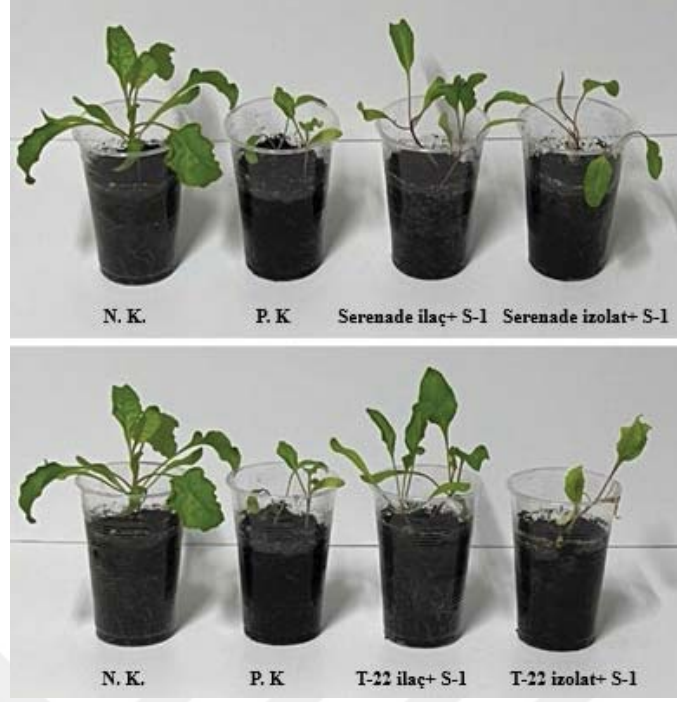
Şekil 4.28. Serenade ve T-22'nin izolat ve ilaç olarak uygulamalarının A-28 (AG 4 HG-II)'e karşı bitki üzerindeki etkileri

Rhizoctonia solani AG 5 (S-1)'in tek başına ve *Trichoderma* türleri ile birlikte uygulandığında elde edilen veriler Tablo 4.7'de verilmiştir. Bitki gövde ve kök uzunluğu, bitki kuru ve kök kuru ağırlıkları pozitif kontrole göre bütün uygulamalarda artış göstermiştir. Kuru ağırlıklar açısından *Trichoderma*'lı uygulamaların negatif kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($P < 0.05$). Pozitif kontrolde bitkilerin skala sonuçları 3.00 değerine yükselmişken, *T. harzianum*'lu uygulamada skala değeri 1.25 olarak belirlenmiştir. *T. atroviride* ve T-3'te ise bitkilerin aldığı skala değeri 1.50 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.29). Hastalık şiddeti pozitif kontrolde %75 iken *Trichoderma*'lı hastalık şiddetini azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.29. *Trichoderma* türlerinin S-1 (AG 5) üzerindeki etkileri

Çalışmada bitki patojeni *R. solani* AG 5 (S-1)'e karşı kullanılan biyolojik preparatların ticari formlarının, izolat formlarına göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bu preparatların ticari formlarının skala değerlerine bakıldığında 0.50 ve 0.75 olduğu, negatif kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Tablo 4.7). İzolat formlarının da pozitif kontrole göre skala istatistiksel olarak farklı bir grupta yer aldığı ve bitkilerin sağlıklı gelişimlerine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Serenade ve T-22'nin izolat ve ilaç olarak uygulamalarının S-1 (AG 5)'e karşı bitki üzerindeki etkileri

Genel olarak *in vivo* çalışmalarının sonucunda *R. solani* izolatlarının *Trichoderma* izolatları ve biyolojik preparatlar ile birlikte uygulandığı, aynı zamanda tek başına uygulandığı pozitif kontrol ve hiç uygulanmadığı negatif kontrole bakıldığında farklılıkların olduğu görülmektedir. *Trichoderma* izolatlarının bitkiye tek başına uygulandıklarında bitki gövde ve kök uzunluğu, bitki ve kök kuru ağırlıkları açısından incelendiğinde negatif kontrol ile istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Tablo 4.7). Çalışmada kullanılan üç anastomosis grubuna ait izolatların *Trichoderma* izolatları ile beraber uygulandığında, *Trichoderma* izolatlarının *R. solani* AG 5 (S-1)'te en etkili olduğu, en az etkinin ise *R. solani* AG 4 HG-I (Ç-15)'e karşı olduğu tespit edilmiştir. *T. harzianum* ise üç anastomosis grubunda da en etkili olan izolat olarak belirlenmiştir (Tablo 4.7). T-22 ve Serenade'nin hem izolat formları hem de ticari kullanım formları şeklinde hastalığa karşı uygulandığında en iyi etkinin ticari formlarının olduğu, T-22 Planter box (*T. harzianum* Rifai strain) ticari preparatının, Serenade (*Bacillus subtilis* QST 713) ticari preparatına göre daha etkili olduğu yapılan çalışma ile ortaya konmuştur.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Samsun, Tokat, Amasya ve Çorum illerindeki şeker pancarı ekim alanlarında yapılan survey çalışmalarıyla hastalık belirtileri gösteren bitki ve yumru örneklerinin toplanması, *Rhizoctonia* spp.'nin izolasyonu, kültürel özellikleri ve anastomosis gruplarının moleküler yöntemlerle belirlenmesi, tespit edilen grupların patojeniteleri, tohum firmalarından temin edilen bazı şeker pancarı çeşitlerinin, virulent olarak belirlenen anastomosis gruplarına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi ve bazı *Trichoderma* türlerinin ve biyolojik preparatların *Rhizoctonia*'nın neden olduğu hastalıklar üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma Orta Karadeniz Bölgesi'nde şeker pancarında *Rhizoctonia* spp.'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığı için yapılan ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

Çalışmamızda elde edilen 117 *Rhizoctonia* izolatının tamamının multinükleat (MN) *R. solani* olarak tanımlanması, şeker pancarında bu türün yaygınlığını doğrulamaktadır. İzolatların %49.6'sının AG 4 HG-II, %37.6'sının AG 5 ve %12.8'inin AG 4 HG-I olarak belirlenmesi, dünya genelinde şeker pancarında yapılan benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar göstermektedir. Bu dağılım, bölgesel ekolojik faktörlerin ve tarımsal uygulamaların *Rhizoctonia* populasyon dinamikleri üzerindeki etkisini yansıtmaktadır.

Windels ve Nabben (1989) tarafından yapılan çalışmada, şeker pancarından izole edilen izolatların %64.3'ünün AG 4, %28.6'sının AG 2-2 ve %7.1'inin AG 5 olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda AG 4'ün iki alt grubunun (HG-I ve HG-II) toplam oranının %62.4 olması, bu bulguyla büyük ölçüde uyumludur. Bu benzerlik, AG 4'ün şeker pancarında evrensel olarak yaygın bir patojen olduğunu göstermektedir. Ancak çalışmamızda AG 2-2 grubuna rastlanmaması, coğrafi ve iklimsel farklılıkların anastomosis grup dağılımında etkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, aynı zamanda Orta Karadeniz Bölgesi'nin iklim koşulları ve tarımsal uygulamalarının AG 2-2'nin gelişimine uygun olmayabileceğini de akla getirmektedir. Avan (2020) tarafından Konya bölgesinde yapılan çalışmada en yaygın grubun AG 2-2 IIIB (%42.6) olduğu bildirilirken, çalışmamızda bu gruba rastlanmaması dikkat çekicidir. Bu durum, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde AG dağılımının belirgin farklılıklar gösterebileceğini ve yerel ekolojik faktörlerin (toprak tipi, nem, sıcaklık, rotasyon sistemi) populasyon yapısında belirleyici olduğunu göstermektedir. Konya'nın karasal

iklim özellikleri ile Orta Karadeniz'in ılıman ve nemli iklimi arasındaki farklar, bu değişkenliğin ana nedenlerinden biri olabilir.

Stojšin vd. (2011) Sırbistan'da yaptıkları çalışmada AG 4 HGII ve AG 2-2 IIIB gruplarını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda AG 4 HGII'nin yüksek oranda bulunması bu bulguyla uyumlu olmaktadır. Zhang vd. (2015) Çin'de yaptıkları çalışmada AG4 HG-I'in şeker pancarında ilk defa rapor edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu grubun %12.8 oranında bulunması, AG 4 HG-I'in farklı coğrafyalarda şeker pancarı için önemli bir patojen olabileceğini göstermektedir. Mahmoudi vd. (2004), İran'da 131 *R. solani* izolatını incelemiş ve bu izolatlardan 44'ünü AG 2, 58'ini AG 4, geri kalanını ise tanımlanamayan AG grubu olarak sınıflandırmıştır.

Demirci ve Döken (1995) tarafından Türkiye'de yapılan bir çalışmada şeker pancarının da içinde bulunduğu çeşitli bitki türleriyle yapılan izolasyonlar sonucu klasik yöntemlerle AG 4, AG 5, AG 9 ve AG-K grupları tespit edilmiştir. Çalışmamızda da AG 4 ve AG 5'in bulunması bu çalışma ile desteklenmektedir.

Strausbaugh vd. (2011), Amerika'da şeker pancarı fidelerinden izole edilen örneklerin %47'sinin AG 2-2-IIIB anastomosis grubuna, %44'ünün ise AG 4 alt gruplarına ait olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, birçok araştırmacı şeker pancarında en yaygın AG grubunun AG 2-2 olduğunu ifade etmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak MN *R. solani* izolatlar tespit edilmiştir. Bu izolatlar arasında da AG 2 en yaygın olan grup olarak belirlenmiş, onu takiben ise AG 4 ve AG 5'in varlığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda da en yaygın grup olarak AG 4 HG-II izolatının olduğu gözlemlenmiştir.

ITS gen bölgesi sekans analizine dayalı moleküler tanımlama sonuçlarımız, klasik anastomosis gruplandırma yöntemleriyle %100 uyumlu bulunmuştur. Bu sonuç, moleküler yöntemlerin anastomosis grup belirlenmesindeki güvenilirliğini ve doğruluğunu açıkça ortaya koymaktadır. Oluşturulan filogenetik ağaç, izolatlarımızın bilinen *R. solani* referans izolatlarıyla güçlü kümelenmeler oluşturduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, Carling vd. (2002) tarafından bildirilen ITS-5.8S rDNA bölgesinin *R. solani* alt gruplarının belirlenmesi için yeterli bir yöntem olduğu bulgusunu güçlü bir şekilde desteklemektedir. Sharon vd. (2008) tarafından yapılan kapsamlı filogenetik analiz çalışmasında, ITS dizilerinin *Rhizoctonia* türlerinin sınıflandırılmasında klasik anastomosis gruplandırmanın genetik temelini desteklediği

bildirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan Maximum Likelihood yöntemiyle elde edilen filogenetik ağaç, bu yaklaşımın etkinliğini doğrulamış ve 1000 bootstrap replikasyonu ile güçlü istatistiksel destek sağlanmıştır.

ITS gen bölgesi sekans analizine dayalı moleküler tanımlama sonuçlarımız, klasik anastomosis gruplandırma yöntemleriyle %100 uyumlu bulunmuştur. Bu sonuç, moleküler yöntemlerin anastomosis grup belirlenmesindeki güvenilirliğini ve doğruluğunu açıkça ortaya koymaktadır. Oluşturulan filogenetik ağaç, izolatlarımızın bilinen *R. solani* referans izolatlarıyla güçlü kümelenmeler oluşturduğunu göstermiştir. Bu bulgular, Carling vd. (2002) tarafından bildirilen ITS-5.8S rDNA bölgesinin *R. solani* alt gruplarının belirlenmesi için yeterli bir yöntem olduğu bulgusunu güçlü bir şekilde desteklemektedir.

Çalışmamızda grup içi izolatlar arasında nükleotid farklılığının bulunmaması, aynı anastomosis grubundaki izolatların genetik homojenliğini göstermektedir. Bu bulgu Çalışmamızda grup içi izolatlar arasında nükleotid farklılığının bulunmaması, aynı anastomosis grubundaki izolatların genetik homojenliğini göstermektedir. Bu bulgu, Hua vd. (2014) ve Dong vd. (2017) tarafından bildirilen moleküler yöntemlerin anastomosis grup belirlenmesindeki tutarlılığını destekler niteliktedir. Aynı zamanda, bu homojenlik, belirli bir coğrafi bölgede aynı AG'ye ait izolatların ortak evrimsel kökenlerini paylaştığını da düşündürmektedir.

Çalışmamızda kullanılan ITS1 ve ITS4 primerleri, White vd. (1990) tarafından tanımlanmış ve fungal sistematik çalışmalarda standart hale gelmiş primerlerdir. Bu primerlerin *Rhizoctonia* çalışmalarında yaygın kullanımı, sonuçlarımızın diğer çalışmalarla karşılaştırılabilirliğini artırmaktadır. Godoy-Lutz vd. (2008) ve Dubey vd. (2012) tarafından yapılan benzer moleküler çalışmalarda da ITS bölgesinin yüksek ayırt edicilik gücü vurgulanmıştır.

Anastomosis gruplarının kültürel özelliklerinde gözlenen farklılıklar, literatürle uyumlu sonuçlar göstermiş ve bu özelliklerin AG ayırımında destekleyici kriterler olarak kullanılabileceğini kanıtlamıştır. AG 5'in 7.25 µm ile en yüksek hif genişliğine sahip olması, Sneh vd. (1991) tarafından bildirilen MN *Rhizoctonia* izolatlarının kalın hif yapısına sahip olduğu (6-10 µm) bulgusunu desteklemektedir. Bu morfolojik özellikler, anastomosis gruplarının tanımlanmasında moleküler yöntemlerle birlikte kullanılacak pratik kriterler olarak değerlidir.

Çalışmamızda belirlenen sklerot büyüklüklerinin (0.57-0.59 mm) anastomosis grupları arasında benzer olması, Erper vd. (2006) tarafından bildirilen bulgularla uyumludur. Hwang vd. (1986) tarafından yapılan çalışmada sklerot özelliklerinin AG ayrımında kullanılabileceği belirtilmiş, ancak sonuçlarımız sklerot büyüklüğünün bu amaç için yeterince ayırt edici olmadığını göstermektedir. Buna karşın, sklerot rengi ve dağılımı açısından gruplar arasında gözlenen farklılıklar, tanımlama kriterlerinde yardımcı özellikler olarak kullanılabilir.

Çekirdek sayıları açısından, AG 5'in ortalama 6.50 çekirdek sayısı ile en yüksek değere sahip olması, bu grubun multinükleat karakterinin daha belirgin olduğunu göstermektedir. Martin ve Lucas (1984) tarafından geliştirilen çekirdek sayımı metodunun sonuçlarımızda tutarlı bulgular vermesi, bu yöntemin güvenilirliğini doğrulamaktadır.

Sıcaklık-büyüme ilişkisi açısından elde ettiğimiz sonuçlar, *R. solani*'nin ekolojik adaptasyonu hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Çalışmada elde edilen tüm anastomosis gruplarının 25 °C'de optimum gelişim göstermesi ve 5 °C'de gelişim göstermemesi, Harikrishnan ve Yang (2004) tarafından bildirilen *R. solani*'nin optimum sıcaklık aralığı (24-32 °C) ile mükemmel uyum göstermektedir. Bu sonuç, patojenin ılıman iklim koşullarında daha aktif olduğunu ve soğuk dönemlerde aktivitesinin azaldığını göstermektedir.

AG 5'in 35 °C'ye kadar gelişim gösterebilmesi, bu grubun daha yüksek sıcaklıklara toleransının olduğunu ve küresel ısınma koşullarında potansiyel olarak daha avantajlı duruma gelebileceğini düşündürmektedir. AG 4 alt gruplarının 40 °C'ye kadar gelişim gösterebilmesi ise bu grupların sıcaklık stresine karşı daha dayanıklı olduğunu ortaya koymaktadır. Baiswar vd. (2010) tarafından bildirilen iklim değişikliğinin *Rhizoctonia* populasyonları üzerindeki etkisi dikkate alındığında, bu bulgular gelecekteki hastalık yönetimi stratejileri için önemli ipuçları sağlamaktadır.

Patojenite testlerinde kullanılan 117 izolatın tamamının şeker pancarı bitkilerinde hastalık oluşturması, *R. solani*'nin şeker pancarı için yaygın ve önemli bir tehdit oluşturduğunu açıkça doğrulamaktadır. AG 4 alt gruplarının (HG-I ve HG-II) hastalık şiddeti skalası (HŞS) değerlerinin 2.50-4.00 arasında değişmesi ve AG 5'in 1.50-4.00 arasında değişkenlik göstermesi, anastomosis grupları arasında virülens

farklılıklarının olduğunu ve bu farklılıkların hastalık yönetimi stratejilerinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Yapılan başka çalışmalarda AG 4'ün şeker pancarında çökertenin ana nedeni olduğu bildirilmiştir (Nagendran vd. 2009; Hanson ve McGrath, 2010). Çalışmamızda AG 4 alt gruplarının yüksek virülens göstermesi bu bulgularla güçlü bir uyum sergilemektedir. Bu gruba giren izolatların çoğunun tüm kriterlerde kontrol grubuna göre önemli düzeyde farklılık göstermesi ve bitkide belirgin büyüme geriliği, şiddetli kök çürüklüğü ve ölümle sonuçlanması, bu grubun yüksek patojen potansiyelini ortaya koymaktadır. Berdugo vd. (2012) tarafından AG 2-IIIB ve AG 4'ün şeker pancarında en virulent hastalık etkenleri arasında yer aldığı belirtilmiştir. Çalışmamızda AG 4'ün her iki alt grubunun da yüksek virülens göstermesi bu bulguyu desteklemekte, aynı zamanda AG 4'ün alt gruplarının da benzer şekilde tehlikeli patojenler olduğunu ortaya koymaktadır. Moliszewska ve Schneider (2002) tarafından yapılan çalışmada AG 5 izolatlarının zayıf patojenik özellik sergilediği bildirilmişken, çalışmamızda AG 5 izolatlarının çoğunun virulent etki göstermesi dikkat çekici bir farktır. Bu durum, farklı coğrafi bölgelerden elde edilen izolatların virülens özelliklerinde önemli değişkenlik olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, kullanılan şeker pancarı çeşidi, test koşulları ve izolat yaşının bu farklılığa katkıda bulunmuş olabileceği değerlendirilmektedir. Rush vd. (1994) tarafından Texas'ta yapılan çalışmada farklı AG'lerin patojenite düzeylerinde önemli farklılıklar olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde anastomosis grupları arasında virülens farklılıklarının tespit edilmesi, bu bulguyu desteklemekte ve AG belirlemenin hastalık yönetimi açısından kritik önemde olduğunu vurgulamaktadır.

Bitki gelişim parametrelerindeki (bitki uzunluğu, kök uzunluğu, kuru ağırlık) önemli azalmalar, patojenin bitkinin su ve besin maddesi alımını ciddi şekilde engellediğini göstermektedir. Bu etki, *R. solani*'nin vasküler sistemi doğrudan etkilemese de kök sistemini tahribat yoluyla bitki fizyolojisini bozduğunu ortaya koymaktadır. Allen vd. (1985) tarafından bildirilen %50'den fazla verim kaybı potansiyeli, çalışmamızda gözlenen şiddetli bitki gelişim geriliğiyle örtüşmektedir.

Çeşit reaksiyonu denemelerinde test edilen 10 şeker pancarı çeşidinin AG 4 HG-I ve AG 4 HG-II'ye karşı tamamının duyarlı (S) olarak sınıflandırılması, bu anastomosis gruplarının şeker pancarı üretiminde ne kadar ciddi bir tehdit oluşturduğunu gözler önüne sermektedir. Bu sonuç, Avan (2020) tarafından

Türkiye'de yapılan çalışmayla uyum göstermektedir; o çalışmada da test edilen hiçbir çeşidin AG 2-2 IIIB ve AG 4 gruplarına karşı dayanıklı olmadığı belirlenmiştir. Bu bulgular, Türkiye'deki mevcut şeker pancarı çeşitlerinin *R. solani*'nin virulent anastomosis gruplarına karşı yaygın bir duyarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Strausbaugh vd. (2011) tarafından Amerika'da yapılan benzer bir çalışmada, test edilen çeşitlerin çoğunun AG 2-2 ve AG 4'e karşı duyarlı olduğu rapor edilmiştir. Bu paralellik, AG 4'ün küresel düzeyde şeker pancarı çeşitleri için ortak bir sorunu temsil ettiğini göstermektedir. Zhang vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, yüksek dirençli çeşitlerin oldukça sınırlı sayıda bulunduğu ve bu durumun üreticileri fungusit kullanımına yönelttiği belirtilmiştir. Çeşitler arasında gözlenen dayanıklılık farklılıklarının genetik temellerinin araştırılması, moleküler marker destekli seleksiyon (MAS) programlarının geliştirilmesi için önemli olacaktır. McGrath ve Panella (2018) tarafından şeker pancarında hastalık dayanıklılığı ıslahında moleküler yaklaşımların artan önemi vurgulanmış, çalışmamızın sonuçları bu tür çalışmalar için temel veri sağlayabilir. AG 5'e karşı çeşitlerin farklı dayanıklılık seviyeleri göstermesi, çalışmamızın en umut verici bulgularından biridir. Setenil çeşidinin AG 5'e karşı yüksek derecede dayanıklı (HR) olarak belirlenmesi (%20.83 hastalık şiddeti), bu çeşidin ıslah programlarında değerli bir gen kaynağı olabileceğini göstermektedir. Mohican çeşidinin orta derecede dayanıklı (MR) bulunması (%29.17 hastalık şiddeti) da benzer şekilde değerlidir ve bu çeşitlerin dayanıklılık mekanizmalarının araştırılması gelecekteki ıslah çalışmaları için önemli olacaktır. Büttner vd. (2004) tarafından dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin kullanımının kök çürüklüğü hastalığının entegre kontrolünde oldukça etkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda AG 5'e karşı dayanıklılık gösteren çeşitlerin tespit edilmesi, bu yaklaşımın uygulanabilirliğini güçlü bir şekilde desteklemektedir. Scholten vd. (2001) tarafından geliştirilen sera test yönteminin çeşit dayanıklılığı değerlendirmesinde etkili olduğu bildirilmiş, çalışmamızda da benzer metodolojinin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Halloin ve Johnson (2000) tarafından Michigan'da yapılan çalışmada, düşük verimli ancak yüksek dayanıklılığa sahip bir şeker pancarı çeşidinin hassas bir çeşit ile karıştırılarak *Rhizoctonia* taç ve kök çürüklüğünün azaltıldığı rapor edilmiştir. Bu yaklaşım, çalışmamızda tespit edilen dayanıklı çeşitlerin pratik uygulamalarda nasıl kullanılabilceği konusunda fikir vermektedir.

Trichoderma türleri ile yapılan biyolojik mücadele denemelerinde elde edilen sonuçlar, literatürdeki bulgularla uyumlu ve umut vericidir. *T. harzianum*'un üç anastomosis grubunda da en etkili izolat olarak belirlenmesi, Moussa (2002) tarafından bildirilen *T. harzianum*'un *R. solani* AG 2-2'ye karşı %84.8 etkinlik gösterdiği bulgusuyla paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda *T. harzianum* ve *T. atroviride*'nin AG 4 HG-I izolatına karşı hastalık şiddetini %81.25'ten %37.5'e düşürmesi, Bell vd. (1982) tarafından bildirilen *Trichoderma* izolatlarının *R. solani*'ye karşı antagonistik etkisini desteklemektedir.

T-22 Planter Box (*T. harzianum* Rifai strain) ticari preparatının Serenade (*Bacillus subtilis* QST 713)'den daha etkili olması, Lewis ve Papavizas (1987) tarafından bildirilen *T. harzianum* izolatlarının yüksek etkinliğiyle uyumludur. T-22'nin AG 4 HG-I ve AG 5'e karşı hastalık şiddetini %12.5'e düşürmesi, bu preparatın pratik uygulamalarda değerli olabileceğini göstermektedir. Kakvan vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada en etkili bio formülasyonun Talc-*T. harzianum* olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda da *T. harzianum*'un en etkili tür olarak belirlenmesi bu bulguyu desteklemektedir. Strausbaugh vd. (2011) ve Zhang vd. (2021) tarafından vurgulanan entegre mücadele yaklaşımı, çalışma bulgularımızla örtüşmektedir. Dayanıklı çeşit kullanımı, biyolojik ajanların uygulanması ve gerektiğinde fungusit kullanımının birleştirilmesi, en etkili strateji olarak görülmektedir.

Çalışmamızda elde edilen 117 *Rhizoctonia* izolatının tamamının multinükleat (MN) *R. solani* olarak tanımlanması, şeker pancarında bu türün yaygınlığını doğrulamaktadır. Moleküler analizler sonucunda izolatların %49.6'sının AG 4 HG-II, %37.6'sının AG 5 ve %12.8'inin AG 4 HG-I olarak belirlenmesi, dünya genelinde şeker pancarında yapılan benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar göstermektedir. Windels ve Nabben (1989) tarafından ABD'de yapılan çalışmada, şeker pancarından izole edilen izolatların %64.3'ünün AG 4, %28.6'sının AG 2-2 ve %7.1'inin AG 5 olduğu rapor edilmiştir. Çalışmamızda AG 4'ün iki alt grubunun (HG-I ve HG-II) toplam oranının %62.4 olması, bu bulguyla büyük ölçüde uyumludur. Bu benzerlik, AG 4'ün şeker pancarında evrensel olarak yaygın bir patojen olduğunu göstermektedir. Ancak çalışmamızda AG 2-2 grubuna rastlanmaması dikkat çekicidir. Bu durum, Avan (2020) tarafından Konya bölgesinde yapılan çalışmada en yaygın grubun AG 2-2 IIIB (%42.6) olduğu bulgusuyla bir tezat oluşturmaktadır. Bu farklılık, Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde AG dağılımının belirgin farklılıklar gösterebileceğini ve Orta

Karadeniz Bölgesi'nin ılıman ve nemli iklim koşulları ile tarımsal uygulamalarının AG 2-2'nin gelişimine uygun olmayabileceğini düşündürmektedir.

ITS'nin sağladığı taksonomik kimliğin ötesinde, SCoT markör analizi popülasyon içindeki genetik çeşitliliğin yüksek olduğunu (%96.30 polimorfizm) ortaya koymuştur. Bu yüksek çeşitlilik, bölgedeki patojen popülasyonunun klonal bir yapıdan ziyade, genetik olarak zengin, yerleşik ve adaptasyon potansiyeli yüksek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. SCoT markörlerinin fungus genetiği çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabilmesi, Palacıoğlu vd. (2023) tarafından yapılan çalışmayla da desteklenmektedir.

Maximum Likelihood yöntemiyle elde edilen filogenetik ağaç, bu yaklaşımın etkinliğini doğrulamış ve 1000 bootstrap replikasyonu ile güçlü istatistiksel destek sağlamıştır. Grup içi izolatlar arasında nükleotid farklılığının bulunmaması, aynı anastomosis grubundaki izolatların genetik homojenliğini göstermektedir. Bu bulgu, Hua vd. (2014) ve Dong vd. (2017) tarafından bildirilen moleküler yöntemlerin anastomosis grup belirlenmesindeki tutarlılığını destekler niteliktedir. Aynı zamanda, bu homojenlik, belirli bir coğrafi bölgede aynı AG'ye ait izolatların ortak evrimsel kökenlerini paylaştığını da düşündürmektedir.

Moleküler karakterizasyon, farklı anastomosis gruplarının patojenite seviyelerindeki farklılıkları anlamlandırmada kilit rol oynamıştır. Çalışmamızda, moleküler olarak AG 4 (HG-I ve HG-II) olarak tanımlanan grupların en yüksek virülense sahip olması, bu grupların şeker pancarı üretiminde ana tehdit olduğunu göstermektedir. Bu durum, Nagendran vd. (2009) ve Hanson ve McGrath (2010) tarafından AG 4'ün şeker pancarında çökertenin ana nedeni olduğu bulgularıyla örtüşmektedir. SCoT analiziyle ortaya konan yüksek genetik çeşitlilik, patojen popülasyonunun fungusitlere veya dayanıklı çeşitlere karşı direnç geliştirme potansiyelinin yüksek olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle, mücadele stratejileri geliştirilirken bu genetik esneklik göz önünde bulundurulmalıdır.

6. SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Orta Karadeniz Bölgesi şeker pancarı üretim alanlarında *R. solani*'nin önemli bir hastalık etmeni olduğunu ve farklı anastomosis gruplarının farklı mücadele stratejileri gerektirdiğini ortaya koymuştur. 2019 ve 2021 yılları arasında Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum illerinden toplanan hastalıklı bitki örneklerinden elde edilen 117 *Rhizoctonia* izolatının tamamı multinükleat *R. solani* olarak tanımlanmıştır. Moleküler karakterizasyon sonuçlarına göre, izolatların %49.6'sı AG 4 HG-II, %37.6'sı AG 5 ve %12.8'i AG 4 HG-I anastomosis gruplarına aittir. ITS gen bölgesi sekans analizi ile yapılan filogenetik çalışmalar, klasik anastomosis gruplandırma yöntemleriyle %100 uyumlu sonuçlar vermiştir. Bu bulgular, moleküler yöntemlerin *Rhizoctonia* türlerinin tanımlanmasında güvenilir ve hızlı bir alternatif olduğunu doğrulamıştır. Patojenite çalışmalarında kullanılan 117 izolatın tamamı şeker pancarı bitkilerinde hastalık oluşturmuştur. AG 4 alt grupları (HG-I ve HG-II) en yüksek virülense sahip olup, hastalık şiddeti skala değerleri 2.50-4.00 arasında değişmiştir. AG 5 izolatları ise 1.50-4.00 arasında değişken virülens göstermiştir. Bitki gelişim parametrelerinde (bitki uzunluğu, kök uzunluğu, kuru ağırlık) kontrole göre ciddi azalmalar tespit edilmiştir. Çeşit reaksiyonu denemelerinde, test edilen 10 şeker pancarı çeşidinin tamamı AG 4 HG-I ve AG 4 HG-II'ye karşı duyarlı (S) bulunmuştur. Ancak AG 5'e karşı çeşitler farklı dayanıklılık seviyeleri göstermiştir. Setenil çeşidi yüksek derecede dayanıklı (HR), Mohican çeşidi orta derecede dayanıklı (MR) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, çeşit dayanıklılığının hastalık yönetiminde önemli bir araç olabileceğini göstermektedir. Biyolojik mücadele çalışmalarında, *Trichoderma harzianum*, *T. atroviride* ve *Trichoderma* sp. (T-3) izolatları ile T-22 Planter Box ve Serenade ticari preparatları test edilmiştir. *T. harzianum* her üç anastomosis grubuna karşı en etkili antagonist olarak belirlenmiştir. Ticari preparatlardan T-22 Planter Box, Serenade'den daha etkili bulunmuştur. Biyolojik ajanlar, hastalık şiddetini önemli ölçüde azaltmış ve bitki gelişimini olumlu yönde etkilemiştir.

Toprak kökenli fungal patojenlerden biri olan *R. solani* şeker pancarı yetiştiriciliği yapılan yerlerde ekonomik verim kaybına neden olmaktadır. *R. solani* ve diğer toprak patojenleriyle mücadelenin zorlukları bilinmektedir. Bu doğrultuda, dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi, toprak koşullarının iyileştirilmesi ve bitki artıklarının temizlenmesi gibi uygun tarım uygulamaları faydalı olacaktır. Hastalıkla

mücadelede pratik ve hızlı sonuç alınabilmesi açısından kimyasal mücadele tercih edilen bir yöntem olmuştur. Ancak, kimyasal yöntemlerin uzun yıllar boyunca yaygın olarak kullanılması, çeşitli sorunları da beraberinde getirdiği bilinmektedir. Bu sorunlar arasında bitkilerde dayanıklılık, sağlık sorunları, doğal dengenin bozulması ve çevre kirliliği sayılabilir. Tarım ilaçlarının aşırı ve yanlış kullanımı; tarım ürünlerindeki ilaç kalıntılarının besin zinciri yoluyla canlılara aktarılması, ilaçların bir kısmının toprağa karışarak yer altı sularına ve denizlere ulaşması, havayı kirletmesi, doğal dengenin bozulması, antagonist mikroorganizmaların yok olması ve patojen genlerinde meydana gelen değişimlerle yeni dayanıklı patojen ırklarının oluşması gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir. Kimyasal savaşımın olumsuz etkileri nedeniyle alternatif mücadele yöntemleri geliştirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerin en önemlilerinden biri biyolojik mücadeledir. *R. solani* AG 4'e karşı etkili olabilecek biyo kontrol ajanlarının belirlenmesi ve etkinliklerinin *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmalarla daha detaylı olarak araştırılması faydalı olacaktır. Ülkemizde şeker pancarında *Rhizoctonia* türlerine yönelik çeşit reaksiyonlarıyla ilgili ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Dünya genelinde ise bu konuda yapılan araştırmalar da oldukça sınırlıdır.

Birçok ülkede, biyolojik savaşım kapsamında ticari *Trichoderma* biyopreparatları genellikle seralar ve fidanlıklar gibi alanlarda toprak kaynaklı bir patojen olan *R. solani*'ye karşı kullanılmaktadır. Ancak, antagonistik etkisi bulunan *Trichoderma* izolatları toprağa spor süspansiyonu veya misel formunda uygulanmakta olup, bu uygulamalarda bazı faktörlere özen gösterilmesi gerekmektedir. Sıcaklık, pH, su potansiyeli, metal iyonları, topraktaki pestisitler ve antagonistik bakteriler gibi çevresel faktörler, topraktaki biyokontrol ajanlarının etkinliğini etkileyebilir. Bu nedenle, biyolojik mücadele uygulamalarında bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. virens* ve *T. viride* biyolojik mücadelede en yaygın kullanılan türlerdir.

Çalışma sonuçlarımız, *R. solani* ile mücadelede entegre yaklaşımın önemini vurgulamaktadır. AG 4 alt gruplarının yüksek virülensine karşı tüm çeşitlerin duyarlı olması, bu gruplara karşı kimyasal ve biyolojik mücadelenin birlikte kullanılması gerektiğini göstermektedir. Öte yandan AG 5'e karşı dayanıklı çeşitlerin bulunması ve biyolojik ajanların etkili olması, bu grup için daha sürdürülebilir mücadele stratejilerinin geliştirilebileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen moleküler analizler, Orta Karadeniz Bölgesi şeker pancarı alanlarında *R. solani* popülasyonunun genetik yapısını net bir şekilde ortaya koymuştur. ITS gen bölgesi dizi analizi, tüm izolatların multinükleat *R. solani* olduğunu kesin olarak doğrulamış ve popülasyonun üç ana anastomosis grubundan (baskın olarak AG 4 HG-II, bunu takiben AG 5 ve AG 4 HG-I) oluştuğunu göstermiştir. Bu taksonomik kimliğe ek olarak, SCoT markör analizi popülasyonun yüksek düzeyde bir genetik çeşitliliğe sahip olduğunu kanıtlamış, bu da patojenin adaptasyon potansiyelinin yüksekliğine işaret etmiştir. ITS ve SCoT analizlerinin birbiriyle uyumlu sonuçlar vermesi, bölgedeki patojenin hem kimliğini hem de genetik çeşitliliğini aydınlatarak gelecekteki mücadele ve ıslah programları için sağlam bir moleküler temel oluşturmuştur.

Çalışmamızda genel olarak, Orta Karadeniz Bölgesi şeker pancarı ekim alanlarında kök çürüklüğüne yol açan *R. solani* izolatlarının varlığı tespit edilmiştir. Bu araştırma, ülkemizde Orta Karadeniz Bölgesi'nde şeker pancarı yetiştiriciliği yapılan alanlarda *Rhizoctonia* spp.'nin varlığını belirlemeye yönelik gerçekleştirilen ilk kapsamlı çalışma olma özelliğini taşımaktadır.

Bundan sonraki çalışmalarda, başka çeşitler ile de çeşit reaksiyon çalışmaları yapılması, dayanıklı çeşitlerin dayanıklılık mekanizmalarının araştırılması, biyolojik ajanların tarla koşullarında etkinliklerinin test edilmesi ve entegre mücadele programlarının geliştirilmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbas, A., Khan, S. U., Khan, W. U., Saleh, T. A., Khan, M. H. U., Ullah, S., Ali, A. and Ikram, M. (2019). Antagonist effects of strains of *Bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* for their protection against several plant diseases: Alternatives to chemical pesticides. *Comptes Rendus Biologies*. 342 (5-6). (p. 124-135).
- Agrios, G. (1997). Phytophthora diseases. *Plant Pathology*. 4th Edition. Academic Press, San Diego. New York. USA. 633.
- Agtmaal, M. V. (2015). Suppression of soil-borne plant pathogens. *Suppression of soil-borne plant pathogens*.
- Aiello, D., Guarnaccia, V., Formica, P. T., Hyakumachi, M. and Polizzi, G. (2017). Occurrence and characterisation of *Rhizoctonia* species causing diseases of ornamental plants in Italy. *Eur. J. Plant Pathol.* 148. (p. 967–982).
- Akbay, A. Ö. (2003). *Türkiye’de Şeker Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Karlılığının Değerlendirilmesi*. Temmuz 2003. Ankara.
- Alfaig, E. A. A., Suleimain, K. H. and Elhaj, A. M. (2011). *J. Sci Tech.* 12(2). (p. 1-6).
- Allen, M. F., Boosalis, M. G., Kerr, E. D., Muldoon, A. E. and Larsen, H. J. (1985). Population dynamics of sugar beets, *Rhizoctonia solani*, and *Laetisaria arvalis*: Responses of a host, plant pathogen, and hyperparasite to perturbation in the field. *Applied and Environmental Microbiology*. 50(5). (p. 1123-1127).
- Anderson, N. A. (1982). Genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. *The Annual Review of Phytopathology*. 20. (p. 329-347).
- Anees, M., Tronsmo, A., Edel Herman, V., Hjeljord, L.G., Heraud, C. and Steinberg, C. 2010. Characterization of field isolates of *Trichoderma* antagonistic against *Rhizoctonia solani*. *Fungal Biology*. 114. (p. 691-701).
- Aşçıoğlu, O. ve Tosun, N. (2009). *Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Domates Fide Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü (Rhizoctonia solani Kühn, Fusarium spp., Pythium spp.) Hastalığının Kontrolünde Entegre Hastalık Yönetimine Uygun İlaçlama Programlarının Etkinliklerinin Araştırılması*. Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 47(3). (s. 231-240).
- Avan, M. ve Katırcıoğlu, Y. Z. (2019). *Şeker Pancarlarında Görülen Rhizoctonia Türlerinin Özellikleri, Oluşturduğu Hastalıklar ve Korunma Yolları*. Adnan Menderes Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 16 (1). (s. 105-112).
- Avan, M. (2020). *Konya bölgesi şeker pancarı ekim alanlarında görülen Rhizoctonia türlerinin karakterizasyonu ve mücadelesi üzerine araştırmaları*. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. 149.
- Avan, M., Palacioğlu, G., Aksoy, C., Kaya, R., Bayraktar, H., Katırcıoğlu, Y. Z. ve Maden, S. (2021). Characterization and Pathogenicity of *Rhizoctonia* Species Causing Root Rot and Damping-off on Sugar Beet in Turkey. *Current Microbiology*. 78 (5). (s. 1939-1948).
- Aydın, M. (2008). *Patates yetiştiriciliğinde sorun olan Rhizoctonia solani'nin biyolojik savaşı ve bunun kimyasal savaşla entegrasyonu*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. 181.
- Barreto, A., Paulus, S., Varrelmann, M. and Mahlein, A.-K. (2020). Hyperspectral imaging of symptoms induced by *Rhizoctonia solani* in sugar beet: Comparison of input data and different machine learning algorithms. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 127(4) (p. 441-451).

- Baiswar, P., Rosa, D., Chandra, S. and Ngachan, S. (2010). *Rhizoctonia solani* AG groups in northeast India. *Australasian plant disease notes*. 5(1) (p. 85-86).
- Bell, D., Wells, H. and Markham, C. (1982). *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytopathology*. 72(4). (p. 379-382).
- Berdugo, C., Hillnhütter, C., Sikora, R. and Oerke, E. C. (2012). A Resistance Bioassay for *Rhizoctonia* Root and Crown Rot and Damping-off Caused by the Anastomosis Groups AG 2-2IIIB and AG 4 in Sugar Beet. *Journal of Agricultural Science and Technology*. A, 2(3A). 294.
- Bienkowski, D. (2012). *Biological control of Rhizoctonia diseases of potato*. Lincoln University. PhD Thesis, New Zealand, 183.
- Blazier, S. R. (2004). Characterization of *Rhizoctonia solani* isolates associated with patch diseases on turfgrass. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*. (p. 41-51).
- Bockus, W. W. and Shroyer, J. P. (1998). The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens. *The Annual Review of Phytopathology*. 36. (p. 485–500).
- Boine, B., Renner, A. C., Zellner, M., Zellner, M. and Nechwatal, J. (2014). Quantitative methods for assessment of the impact of different crops on the inoculum density of *Rhizoctonia solani* AG2-2IIIB in soil. *The European Journal of Plant Pathology*. 140. (p. 745-756).
- Bolkan. H. A. and Ribeiro, W. R. C. (1985). Anastomosis Group And Pathogenicity Of *Rhizoctonia solani* isolates from Brazil. *Plan Diz*. 69. (p. 599-601).
- Bolton, M. D., Panella, L., Campbell, L. and Khan, M. F. (2010). Temperature, moisture, and fungicide effects in managing *Rhizoctonia* root and crown rot of sugar beet. *Phytopathology*. 100(7). (p. 689-697).
- Bora, T. ve Özaktan, H. (1998). *Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş*. Prizma Matbaası, 205 s. İzmir.
- Boosalis, M. G. and Scharen, A. L. (1959). Methods for microscopic detection of *Aphanomyces euteiches* and *Rhizoctonia solani* and for isolation of *Rhizoctonia solani* associated with plant debris. *Phytopathology*. 49. (p. 192-198).
- Borodynko, N., Moliszewska E. and Wiśniewski W. (2011). Choroby buraka cukrowego. Diseases of sugar beet. *Biuletyn Agrotechniczny KWS*. 1(10). (p. 1-22).
- Buddemeyer J. and Märländer B. (2004). Integrierte Kontrolle der Späten Rübenfäule (*Rhizoctonia solani* Kühn) in Zuckerrüben – Einfluß von Anbaumaßnahmen und Fruchtfolgegestaltung sowie Sortenwahl unter Berücksichtigung des Maises. Integrated control of crown rot in sugar beet roots (*Rhizoctonia solani* Kühn) – the impact of tillage factors, crop rotation, and selection of varieties, including maize. *Zuckerindustrie*. 129. (p. 799-809).
- Buhre, C. (2008). Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl und Zwischenfruchtanbau auf den Befall von Zuckerrüben mit *Rhizoctonia solani*. The influence of crop rotation, tillage of soil, cultivar choice and catch crop on sugar beet infestation by *Rhizoctonia solani*. Dissertation. Faculty of Agriculture. Göttingen University. Göttingen. Germany. (p. 137).
- Buhre, C., Kluth, C., Bürcky, K., Märländer, B. and Varrelmann, M. (2009). Integrated control of root and crown rot in sugar beet: Combined effects of cultivar, crop rotation, and soil tillage. *Plant Disease* 93(2). (p. 155-161).
- Burpee, L. L., Sanders, P. L., Cole, H. J. R. and Sherwood, R. T. (1980). Pathogenicity of *Ceratobasidium cornigerum* and related fungi representing four anastomosis groups. *Phytopatology*. 70(9). (p. 843-846).

- Büttner, G., Führer Ithurrart, M. E. and Buddemeyer, J. (2002). Späte Rübenfäule *Rhizoctonia solani* Verbreitung, wirtschaftliche Bedeutung und integrierte Bekämpfungskonzepte. [Crown rot of sugar beet roots caused by *Rhizoctonia solani* occurrence, economic importance and integrated methods of control]. *Zuckerindustrie*. 127. (p. 856-866).
- Büttner, G., Pfähler, B. and Märländer, B. (2004). Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to *Rhizoctonia* root and crown rot. *Plant Breeding*, 123(2). (p. 158-166).
- Cankara, B. (2019). *Bazı fasulye çeşitlerinin Rhizoctonia solani'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49.
- Cardoso, J. and Echandi, E. (1987). Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia*-like fungi. *Plant disease*. 71(2). (p. 167-170).
- Carlin, J. M., Borden, E. C. Sondel, P. M. and Bryne, G. I. (1987). Biologic-response-modifier-induced indoleamine 2,3-dioxygenase activity in human peripheral blood mononuclear cell cultures. *J Immunol* (1987) 139(7). (p. 2414-2418). <https://doi.org/10.4049/jimmunol.139.7.2414>
- Carling, D., Leiner, R. and Westphale, P. (1989). Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuber borne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *American potato journal*. 66(11). (p. 693-701).
- Carling, D. E., Rothrock, C. S., MacNish, G. C., Sweetingham, M. W., Brainard, K. A. and Winters, S.W. (1994). Characterization of anastomosis group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 84. (p. 1387-1393).
- Carling, D. E. (1996). "Grouping in *Rhizoctonia solani* by hyphal anastomosis reaction". B. Sneh, S. Jabaji-Hare, S. Neate, G. Dijst, (eds.) in: *Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Germany, (p. 357). (p. 35-47).
- Carling, D.E., Pope, E. J., Brainard, K. A. and Carter, D. A. (1999). Characterization of mycorrhizal isolates of *Rhizoctonia solani* from an orchid, including AG-12, a new anastomosis group. *Phytopathology*. 89. (p. 942-946).
- Carling D. E., Baird, R. E., Gitaitis, R. D., Brainard, K. A. and Kuninaga, S. (2002). Characterization of AG-13, a newly reported anastomosis group of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 92. (p. 893-899).
- Chet, I. and Baker, R. (1981). Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 71. (p. 286-290).
- Chet, I., Harman, G.E. and Baker, R. (1981). *Trichoderma hamatum*: Its hyphal interactions with *Rhizoctonia solani* and *Pythium* spp. *Microbial Ecology*. 7. (p. 29-38).
- Chet, I. and Inbar, J. (1994). Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 48. (p. 37-43).
- Collard, B. C. Y. and Mackill, D. J. (2009). Conserved DNA-derived polymorphism (CDDP): a simple and novel method for generating DNA markers in plants. *Plant Molecular Biology Reporter*, 27(4), 558-562.
- Cubeta, M. A. and Vilgalys, R. (1997). Population biology of the *Rhizoctonia solani* complex. *Phytopathology*. 87. (p. 480-484).
- Çalışkan, M. E., Çalışkan, S., Demirel, U., Aksoy, E. ve Arıoğlu, H.H. (2020, 13-17 Ocak). *Nişasta ve Şeker Bitkileri Üretiminde Mevcut Durum ve Gelecek* [Konferans Sunumu]. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi. Ankara, Türkiye.

- Çapar, E. (2012). Patateste farklı sklerot düzeylerinin *Rhizoctonia solani* infeksiyonlarındaki rolünün ve hastalıkla mücadelede yumru ilaçlamalarının etkinliğinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi*. 71.
- Da Silva, M. P., Tylka, G. L. and Munkvold, G. P. (2017). Seed treatment effects on maize seedlings coinfecting with *Rhizoctonia solani* and *Pratylenchus penetrans*. *Plant Disease*. 101(6). (p. 957-963).
- Demirci, E. ve Döken, M. T. (1995). Anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* Kühn and binucleate *Rhizoctonia* isolates from various crops in Türkiye. *Journal of Turkish Phytopathology*. 24. (s. 57-62).
- Djébalı, N., Elkahoui, S., Taamalli, W., Hessini, K., Tarhouni, B. and Mrabet, M. (2014). Tunisian *Rhizoctonia solani* AG3 strains affect potato shoot macro nutrients content, infect faba bean plants and show *in vitro* resistance to azoxystrobin. *Australasian Plant Pathology*. 43(3). (p. 347-358).
- Dong, W., Li, Y., Duan, C., Li, W., Naito, s., Conner, R. L., Yang, G. and Li, C. (2017). Identification of AG-V, a new anastomosis group of binucleate *Rhizoctonia* spp. from taro and ginger in Yunnan province. *Eur J Plant Pathol*. DOI 10.1007/s10658-016-1144-y
- Draycott, A. P. (2006). Introduction, pp. 1-8. in: Draycott A. P. (eds.). Sugar Beet. Blackwell, Oxford, United Kingdom.
- Dreistadt, S. H. (2001). Integrated pest management for floriculture and nurseries. Publication #3405, ANR Publications, University of California, 6701 San Pablo Avenue, Oakland, CA 94608-1239 (p. 422).
- Dubey, S. C., Tripathi, A. ve Upadhyay, B. K. (2012). Molecular diversity analysis of *Rhizoctonia solani* isolates infecting various pulse crops in different agroecological regions of India. *Folia Microbiologica*. 57(6). (p. 513-524).
- Duffus, J. E. and Ruppel, E. G. (1993). "Diseases in the Sugarbeet Crop". D. A. Cooke and R. K. Scott. (eds.). *Chapman and Hall*, London. (p. 346-427).
- Durak, E. (2011). *Erzurum ilinde çilek bitkilerinden izole edilen Rhizoctonia türlerinin anastomosis grupları, patojeniteleri ve biyolojik mücadeleleri*. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. 146. Erzurum.
- Duru, S., Hayran, S. ve Gül, A. (2021). Türkiye Şeker Dış Ticaretinin Yapısı ve Rekabet Gücü. *Eurasian Journal of Agricultural Economics*. 1(1).
- Eken, C. ve Demirci, E. (2003). Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and Binucleate *Rhizoctonia* anastomosis groups isolated from forage legumes in Erzurum, Turkey. *Phytoparasitica*. 31(1). (s. 76-80).
- Eken, C. ve Demirci, E. (2004). Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* and Binucleate *Rhizoctonia* isolates from bean in Erzurum, Turkey. *Journal of Plant Pathology*. 86(1). (s. 49-52).
- Elad, Y., Chet, I. ve Katan, J. (1980). *Trichoderma harzianum*: A biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 70(2). (p. 119-121).
- Eraslan Saraçoğlu, B. (2010). *Çorum ili patates üretim alanlarında gövde kanseri ve siyah kabukluluk hastalığı etmeni Rhizoctonia solani'nin yaygınlık ve anastomosis gruplarının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 52.
- Erdinç, Z. (2017). "Türkiye'de Şeker Sanayinin Gelişimi ve Şeker Sanayinde İzlenen Politikalar". *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 17(3). (s. 9-26).

- Erper, I., Hatat Karaca, G., ve Özkoc, I. (2002). Characterization of *Rhizoctonia* species causing root-rot of cucumber plants grown in greenhouses in Samsun, Turkey. *Acta Hort.* (s. 531–534).
- Erper, İ., Karaca, G. H., Turkkın, M. ve Özkoc, I. (2006). *Characterization and pathogenicity of Rhizoctonia* spp. from onion in Amasya. *Turkey Journal of Phytopathology*. 154 (2). (s. 75-79).
- Erper, I., Cebi-Kilicoglu, M., Türkkın, M. and 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 (s. 683–697).
- Erper, I., Ozer, G., Kalendar, R., Avcı, S., Yıldırım, E., Alkan, M. and Turkkın, M. (2021). Genetic Diversity and Pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. Isolates Associated with Red Cabbage in Samsun (Turkey). *Journal of Fungi*. 7. 234.
- Eştürk, Ö. (2018). *Türkiye’de Şeker Sektörünün Önemi ve Geleceği Üzerine Bir Değerlendirme*. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*. 2(1). (s. 67-81).
- Etminan, A., Pour-Aboughadareh, A., Mohammadi, R., AhmadiRad, A., Noori, A., Mahdavian, Z., and Moradi, Z. (2016). Applicability of start codon targeted (SCoT) and inter-simple sequence repeat (ISSR) markers for genetic diversity analysis in durum wheat genotypes. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 30 (6). (p. 1075-1081).
- Fang, X. L., Finnegan, P. M. and Barbeti, M. J. (2013). Wide Variation in Virulence and Genetic Diversity of Binucleate *Rhizoctonia* Isolates Associated with Root Rot of Strawberry in Western Australia. *PLoS ONE* 8(2). e55877. doi:10.1371/journal.pone.0055877
- FAOSTAT. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. Website <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. (Erişim tarihi: 10.07.2025).
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evol.* 39: (p. 783-791).
- Franc, G. D., Harveson, R. M., Kerr, E. D. and Jacobsen, B. J. (2001). “Disease management”. R. G. Wilson, J. A. Smith, and S. D. Miller. (eds.). in: *Sugarbeet Production Guide*. University of Nebraska. Lincoln. NE. (p. 131-160).
- Galindo, J. J., Abawi, G. S. and Thurston, H. D. (1982). Variability Among Isolates of *Rhizoctonia solani* Associated with Snap Bean Hypocotyls and Soil in New York. *Plant Dis.* 66. (p. 390-394).
- García, V. G., Portal Onco, M. A. and Susan, V. R. (2006). Review. Biology and Systematics of the form genus *Rhizoctonia*. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 4(1). (p. 55-79).
- Godoy-Lutz, G., Kuninaga, S., Steadman, J. and Powers, K. (2008). Phylogenetic analysis of *Rhizoctonia solani* subgroups associated with web blight symptoms on common bean based on ITS-5.8 S rDNA. *Journal of General Plant Pathology*. 74 (1). (p. 32-40).
- Gondle, A. S. (2018). Anastomosis group typing of *Rhizoctonia solani* kuhn infecting solanaceous vegetable crops. *PMAS-Arid Agriculture University. Rawalpindi*.
- Gürkanlı, C. (2005). Samsun ilinde yetistirilen tütün (*Nicotiana tabacum* L.) bitkisinden izole edilen *Rhizoctonia* Grubu fungusların karakterizasyonu, *M. Sc. Thesis. Samsun Ondokuz Mayıs University*. Samsun. Turkey.
- Gunnell, P. S. (1986). Characterization of the teleomorphs of *Rhizoctonia oryzaesativae*, *Rhizoctonia oryzae*, and *Rhizoctonia zae*, and the effect of cultural practices on

- aggregate sheath spot of rice, caused by *R. oryzae-sativae*. Ph.D. thesis, *University of California*. Davis. CA. USA.
- Halloin, J. M. and Johnson, D. J. (2000). Reduction of sugarbeet losses from *Rhizoctonia* crown and root rot by use of mixtures of resistant and susceptible varieties. *Phytopathology*. 90.
- Hanson, L. E. (2000). Reduction of *Verticillium* wilt symptoms in cotton following seed treatment with *Trichoderma virens*. *The Journal of Cotton Science*. 4. (p. 224-231).
- Hanson, L. E. (2006). First report of *Fusarium* yellows of sugar beet caused by *Fusarium oxysporum* in Michigan. *Plant Disease*. 90. 1554.
- Hanson, L. E. and McGrath, J. M. (2010). Sugar beet seedling damping-off in Michigan. *Phytopathology*. 100(6). 47.
- Harikrishnan, R. and Yang, X. (2004). Recovery of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* from different latitudinal positions and influence of temperatures on their growth and survival. *Plant disease*. 88(8). (p. 817-823).
- Harman, G. E. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*. 96. (p. 190-194).
- Harveson, R. M. (2008). *Rhizoctonia* root and crown rot of sugar beet. Univ. Nebr. Ext. Publ G. 1841.
- Harveson, R. M., Hanson, L. E. and Hein, G. L. (2009). Compendium of Beet Disease and Pests. *The American Phytopathological Society Press*. St. Paul. MN.
- Harveson, R. M., Nielsen, K. A. ve Eskridge, K. M. (2014). Utilizing a preplant soil test for predicting and estimating root rot severity in sugar beet in the central High Plains of the United States. *Plant Disease*. 98. (p. 1248-1252).
- Haque, M. E., Lakshman, D. K., Qi, A. and Khan, M. F. (2021), *Penicillium pinophilum* has the Potential to Reduce Damping-off Caused by *Rhizoctonia solani* in Sugar Beet. *Sugar Tech*. 23(4). (p. 872-880).
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I. and Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*. 158(1). (p. 17-25).
- Herr, L. J. (1996). Sugar Beet diseases incited by *Rhizoctonia* spp. In: Sneh, B., Jabaji- Hare, S., Neate, S. and Dijst G. (Eds.), *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology. *Pathology and Disease Control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. (p. 341-349).
- Herr, L. J. and Roberts, D. L. (1980). Characterization of *Rhizoctonia* populations obtained from sugarbeet fields with differing soil textures. *Phytopathology*. 70(6). (p. 476-480).
- Hollins, T. W., Jellis, G. J. and Scott, P. R. (1983). Infection of potato and wheat by isolates of *Rhizoctonia solani* and *R. cerealis*. *Plant Pathology*. 32. (p. 303-310).
- Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*. 87. (p. 4-10).
- Hua, G. K., Bertier, L., Soltaninejad, S., and Hofte, M. (2014). Cropping systems and cultural practices determine the *Rhizoctonia* anastomosis groups associated with *Brassica* spp. in Vietnam. *Plos ONE*. 9. e111750.
- Hwang, S. F., Swanson, T. A., and Evans, I. R. (1986). Characterization of *Rhizoctonia solani* isolates from canola in west central Alberta. *Plant Disease*. 70: 681-683.

- Hyakumachi, M. and 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. (p. 628-633).
- Hyakumachi, M., Priyatmojo, A., Kubota, M. and Fukui, H. (2005). New anastomosis groups, AG-T and AG-Uof binucleate *Rhizoctonia* spp. causing root and stem rot of cut-flower and miniature roses. *Phytopathology*. 95. (p. 784-792).
- Jalali, A., Motallebi, M. and Zamani, M. (2009). Study of biocontrol activity of *Trichoderma atroviride* PTCC5220 against *Rhizoctonia solani* AG-2-2, the causal agent of root rot in sugar beet. *Iranian Journal of Biology*. 22 (3). (p. 452-461).
- Kakvan, N., Heydari, A., Zamanizadeh, H. R., Rezaee, S. ve Naraghi, L. (2013). Development of new bioformulations using *Trichoderma* and *Talaromyces* fungal antagonists for biological control of sugar beet damping-off disease. *Crop Protection*. 53. (p. 80-84).
- Kankam, F., Larbi-Koranteng, S. and Adomako, J. (2021). *Rhizoctonia* disease of potato: Epidemiology, toxin types and management, *Egyptian Journal of Phytopathology*. 49(1). (p. 197-209).
- Karaca, G. (1974). Sistematik Bitki Hastalıkları, Cilt IV. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın 217. 272.
- Karaca, G. H., Özkoç, I. ve Erper, I. (2002). Determination of the anastomosis grouping and virulence of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates associated with bean plants grown in Samsun/Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5. (s. 434-437).
- Karahan, O. (1971). Sebze Hastalıkları ve Mücadele Usulleri. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü. 142. Ankara.
- Karaoğlu, Ş., Alpay Bozdeveci, Arif, Pınarbaş, M., Veyisoğlu, G. ve Tarakçı, C. (2019). Fasulye gelişiminde, *Rhizoctonia solani* B227'nin biyotik stresine karşı *Trichoderma harzianum* ID11C'nin biyokontrol etkinliği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. 4 (3). (s. 302-311).
- Kataria, H. R., Singh, H. and Gisi, U. (1989). Interactions of fungicide-insecticide combinations against *Rhizoctonia solani* *in vitro* and in soil. *Crop Protection*. 8(6). (p. 399-404).
- Katoh K., Rozewicki J., Yamada K. D. (2019) MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Brief Bioinform* 20:1160–1166. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx108>
- Kaya, F. (2015). “Küresel ve Bölgesel Şeker Politikalarının Türkiye Şeker Fabrikalarına Etkilerine Bir Örnek: Ağrı Şeker Fabrikası”. *İstanbul Üniversitesi. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*. 31. (s. 41-46).
- Kaya, R., Demirci, F., Katırcıoğlu, Y. Z., Maden, S., Baştaş, K. K. ve Boyraz, N. (2016). Konya Bölgesi Şeker Pancarı Ekim Alanlarında Kök Çürüklüğü Yapan Fungal Etmenler ve Yaygınlıkları. *Uluslararası katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*. 5-8 Eylül Konya. Bildiri Özetleri. (s. 512).
- Khan, M. F., Qandah, I. and Bolton, M. D. (2009). The effect of temperature on *Rhizoctonia* disease development and fungicide efficacy in controlling *Rhizoctonia* root rot on sugarbeet. *Journal of Sugarbeet Research*. 46. (p. 101-102).
- Khan, M. F. R., Khan, J. and Bradley, C. A. (2010). Effect of azoxystrobin applications based on soil temperature on *Rhizoctonia* root and crown rot of sugarbeet. *International Sugar Journal*. 112(1342). (p. 557-560).

- Khan, M. and Carlson, A. (2012). Effect of fungicides and starter fertilizer on phytotoxicity and controlling *Rhizoctonia* root rot in sugarbeet. *Sugarbeet Res. Ext. Rep.* 42 (p. 181-182).
- Kılıçoğlu, M. (2009). *Karadeniz Sahil Şeridi'nde fasulye bitkisi ve rizosfer bölgesinden izole edilen multinükleat Rhizoctonia spp.'nin genetik çeşitliliğinin belirlenmesi.* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 142.
- Kıbaroğlu, E. B. (2009). Dünyanın Değişik Yörelerinden İzole Edilen *Rhizoctonia zae* (*Waitea circinata* var. *zae*) İzolatlarının Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi.* Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 74.
- Kiewnick, S., Jacobsen, B. J., Braun- Kiewnick, A., Eckhoff, J. L. A. and Bergman, J. W. (2001). Integrated control of *Rhizoctonia* crown and root rot of sugar beet with fungicides and antagonistic bacteria. *Plant Disease.* 85. (p. 718-722).
- Kirk, W. W., Wharton, P. S., Schafer, R. L., Tumbalam, P., Poindexter, S., Guza, C., Fogg, R., Schlatter, T., Stewart, J., Hubbell, L. and Ruppel, D. (2008). Optimizing fungicide timing for the control of *Rhizoctonia* crown and root rot of sugar beet using soil temperature and plant growth stages. *Plant Disease.* 92. (p. 1091-1098).
- Kluth, C. and Varrelmann, M. (2010). Maize genotype susceptibility to *Rhizoctonia solani* and its effect on sugar beet crop rotations. *Crop Protection.* 29(3). (p. 230-238).
- Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L., Szekeres, A., Kevei, F. and Nagy, E. (2003). Influence of environmental parameters on *Trichoderma* strains with biocontrol potential. *Food Technology and Biotechnology.* 41(1). (p. 37-42).
- Köhl, J., Kolnaar, R. ve Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: relevance beyond efficacy. *Frontiers in plant science.* 845.
- Kronland, W. C. and Stanghellini, M. E. (1988). Clean slide technique for the observation of anastomosis and nuclear condotion of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology.* 78. (p. 820-822).
- Kurnamae, E. E., Buzeto, A. L., Ciampi, M. B. and 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. (p. 391-395).
- Lafond, G. P., Boyetchko, S. M., Brandt, S. A., Clayton, G. W. and Entz, M. H. (1996). Influence of changing tillage practices on crop production. *Canadian Journal of Plant Science.* 76. (p. 641-649).
- Larkin, R. P. and Brewer, M. T. (2020). Effects of crop rotation and biocontrol amendments on *Rhizoctonia* disease of potato and soil microbial communities, *Agriculture.* 10(4). (p. 128).
- Lehtonen, M. (2009). *Rhizoctonia solani* as a potato pathogen: Variation of isolates in Finland and host response.
- Lewis, J.A. and Papavizas, G.C. (1987). Application of *Trichoderma* and *Gliocladium* in alginate pellets for control of *Rhizoctonia* damping-off. *Plant Pathology.* 36. (p. 438-446).
- Lewis, J. A. and Lumsden, R. D. (2001). Biocontrol of damping-off of greenhouse growncrops caused by *Rhizoctonia solani* with a formulation of *Trichoderma* spp. *Crop Protection.* 20. (p. 49-56).
- Lipps, P. E. and Herr, L. J. (1982). Etiology of *Rhizoctonia cerealis* in sharp eyespot of wheat. *Phytopathology.* 72. (p. 1574-1577).

- Li, H. R., Wu, B. C. and Yan, S. Q. (1998). Aetiology of *Rhizoctonia* in sheath blight of maize in Sichuan. *Plant Pathology*. 47. (p. 16–21).
- Liu, Y., Qi, A. and Khan, M. F. (2019). Age-dependent resistance to *Rhizoctonia solani* in sugar beet. *Plant disease*. 103(9). (p. 2322-2329).
- Mahmoudi, S. B., Mesbah, M. and Alizadeh, A. (2004). Pathogenic variability of *Rhizoctonia solani* in sugar beet. *Iran J Plant pathol*. 40. (p. 253–280).
- Martin, S. and Lucas, L. (1984). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. and binucleate *Rhizoctonia*-like fungi from turfgrasses in North Carolina. *Phytopathology*. 74(2). (p. 170-175).
- Martyn, R. D. ve McLaughlin, R. J. 1983. Effects of inoculum concentration on the apparent resistance of watermelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant Disease*. 67(5). (p. 493-495).
- Mayo, S., Gutierrez, S., Malmierca, M. G., Lorenzana, A., Campelo, M. P., Hermosa, R. and Casquero, P. A. (2015). Influence of *Rhizoctonia solani* and *Trichoderma* spp. in growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and in the induction of plant defense-related genes. *Frontiers in plant science*. 6. (p. 685).
- McGrath, J. M. and Panella, L. (2018). Sugar Beet Breeding. *Plant Breeding Reviews*. 42.
- Melo, I. S. and Faull, J. L. (2000). Parasitism of *Rhizoctonia solani* by strains of *Trichoderma* spp. *Scientia Agricola* 57. (p. 55-59).
- Minier, D. H. and Hanson, L. E. (2021). Effect of Low Temperature on the Aggressiveness of *Rhizoctonia solani* AG-2-2 Isolates on Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Seedlings. *Plant disease*. 105(10). (p. 3111-3117).
- Moliszewska, E. and Schneider, J. (2002). Some pathogenic properties of *Rhizoctonia solani* to sugar beet seedlings. *Plant Protection Science-Prague*. 38. (p. 322-324).
- Moliszewska, E. B. (2009). Etiologia wybranych chorób korzeni buraka cukrowego. *The Etiology of Selected Diseases of Sugar beet Roots*. Studia i Monografie nr 412. Uniwersytet Opolski. Opole. Poland. (p. 131).
- Moussa, T. A. (2002). Studies on biological control of sugarbeet pathogen *Rhizoctonia solani* Kühn. *J. Biol. Sci.* 2(12). (p. 800-804).
- Mwang'Ombe, A. W., Thiong, O. G., Olubayo, F. M. and Kiprop, E. K. (2007). DNA microsatellite analysis of Kenyan isolates of *Rhizoctonia solani* from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Pathology Journal*. 6(1). (p. 66-71).
- Nagendran, S., Hammerschmidt, R. and McGrath, J. M. (2009). Identification of sugar beet germplasm EL51 as a source of resistance to post-emergence *Rhizoctonia* damping-off. *European Journal of Plant Pathology*. 123(4). (p. 461-471).
- Naseri, B. and Moradi, P. (2015). Farm management strategies and the prevalence of *Rhizoctonia* root rot in bean. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 122(5). (p. 238-243).
- Neher, O. T. and Gallian, J. J. (2011). *Rhizoctonia* on sugarbeet. *Pacific Northwest Extension*.
- Nei, M., Kumar, S. (2000). Molecular evolution and phylogenetics. *Oxford University Press, Oxford*.
- Noor, A. (2013). Understanding and managing *Rhizoctonia solani* in sugarbeet. *North Dakota State University of Agriculture and Applied Science*. Master of Science. 117.
- Nowakowski, M., Skonieczek, P., Matyka Ł., Żurek M., Wąsacz E. and Szymczak-Nowak, J. (2014). Monitoring changes in the populations of the *Rhizoctonia solani* pathogen the causative agent of *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. (p. 323-330).

- Ogoshi, A. (1975). Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn and their perfect stages. *Review Plant Protection Research*. 8. (p. 93-103).
- Ogoshi A. (1987). Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology*. 25. (p. 125-143).
- Ogoshi, A. (1996). Introduction- The Genus *Rhizoctonia*. *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology. *Pathology and Disease Control*. B. Sneh, S. Jabaji-Hare, S. Neate, G. Dijst. Kluwer Academic Publishers. London. (p. 1-9).
- Ohkura, M. (2008). Characterization of *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia*-like Fungi infecting Vegetables in New York and their Pathogenicity to Corn.
- Olaya, G., Buitrago, C., Pearsaul, D., Sierotzki, H. and Tally, A. (2012). Detection of resistance to QoI fungicides in *Rhizoctonia solani* isolates from rice. *Annual Proceedings of American Phytopathological Society*. Rhode Island. (p. 241).
- O'Sullivan, E. and Kavanagh, J. A. (1991). Characteristics and pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia* spp. associated with damping-off of sugar beet. *Plant Pathology*. 40(1). (p. 128-135).
- Özdoğan, D. (2020). *Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 132.
- Özer, G. ve Bayraktar, H. 2015. Characterization and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia* spp. recovered from potato plants in Bolu, Turkey. *Journal of Phytopathology*. 163(1). (s. 11-18).
- Özgür, O. E. (2003). Türkiye Şeker Pancarı Hastalıkları (Sugar Beet Diseases In Turkey). *Türkiye şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü*. Yayın No: 219. (s. 52-55).
- Palacıoğlu, G., Alkan, M., Derviş, S., Bayraktar, H., & Özer, G. (2023). Molecular phylogeny of plant pathogenic fungi based on start codon targeted (SCoT) polymorphism. *Molecular Biology Reports*, 50(10), 8271-8279.
- Pannecouque, J., Van Beneden, S. and Hofte, M. (2008). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates associated with cauliflower in Belgium. *Plant Pathology*. 57. (p. 737-746).
- Pannecouque, J. and Hofte, M. (2009). Detection of rDNA ITS polymorphism in *Rhizoctonia solani* AG 2-1 isolates. *Mycologia*. 101(1). (p. 26-33).
- Parmeter, J. R., Sherwood, R. T. and Platt, W. D. (1969). Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology*. 59. (p. 1270-1278).
- Parmeter Jr, J. and Whitney, H. (1970). Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. *University of California Press*. Berkeley.
- Piszczek J., Kierzek R., Nowakowski M., Górski D., Miziniak W., Ulatowska A., Moliszewska E., Siódmiank J. and Ledóchowski P. (2012). "Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego dla doradców". J. Piszczek, M. Mrówczyński. (eds.). in: *Methodology of Integrated Protection of Sugar Beet and Fodder Beet for Advisors*. Institute of Plant Protection – PIB. Poznan. Poland. (p. 123).
- Ploetz, R. C. and Mitchell, D. C. (1985). Influence of water potential on the survival and saprophytic activity of *Rhizoctonia solani* AG 4 in natural soil. *Canadian Journal of Botany*. 63(12).
- Prevost, A., Wilkinson, M. J. (1999). A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*. 98. (p. 107-112). doi: 10.1007/s001220051046.

- Rohlf, F. J. (1998). NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 2.0. User's Guide. New York: Exeter Software.
- Roldan-Ruiz, I., Dendauw, J., Van Bockstaele, E., Depicker, A. and De Loose, M. (2000). AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium* spp.). *Molecular Breeding*. 6: (p. 125-134).
- Ruppel, E. G. (1985). Susceptibility of rotation crops to a root rot isolate of *Rhizoctonia solani* from sugar beet and survival of the pathogen in crop residues. *Plant Disease*. 69. (p. 871-873).
- Ruppel, E. G. and Hecker, R. J. (1994). *Rhizoctonia* root rot on sugarbeet cultivars having varied degrees of resistance. *Journal of Sugar Beet Research*. 31. (p. 135-142).
- Rush, C. M., Carling, D. E., Harveson, R. M. and Mathieson, J. T. (1994). Prevalence and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* from wheat and sugar beet in Texas. *Plant Disease*. 78(4). (p. 349-352).
- Scalon, S. D. P. Q., Scalon Filho, H., Sandre, T. A., Silva, E. F. D. and Krewer, E. C. D. (2000). Quality evaluation and sugar beet postharvest conservation under modified atmosphere. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 43(2). (p. 181-184).
- Scholten, O. E., Panella, L. W., De Bock, T. S. and Lange, W. (2001). A greenhouse test for screening sugar beet (*Beta vulgaris*) for resistance to *Rhizoctonia solani*. *European Journal of Plant Pathology*. 107(2). (p. 161-166).
- Sharma, M., Gupta, S. and Sharma, T. (2005). Characterization of variability in *Rhizoctonia solani* by using morphological and molecular markers. *Journal of Phytopathology*. 153(7-8). (p. 449-456).
- Sharon, M., Kuninaga, S., Hyakumachi, M., Naito, S. and Sneh, B. (2008). Classification of *Rhizoctonia* spp. using rDNA-ITS sequence analysis supports the genetic basis of the classical anastomosis grouping. *Mycoscience*. 49. (p. 93-114).
- Sid Ahmed, A., Ezziyyani, M., P'erez S'anchez, C. and Candela, M. E. (2003). Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. and *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annum*) plants. *European Journal of Plant Pathology*. 109. (p. 633-637).
- Sivan, A. and Chet, I. (1989). Degradation of fungal cell walls by lytic enzymes of *Trichoderma harzianum*. *Journal of General Microbiology*. 135. (p. 675-682).
- Skonieczek, P. and Nowakowski, M. (2013). Występowanie sprawców zgorzeli siewek buraka w tym *Rhizoctonia solani* na stanowiskach z uprawą buraka cukrowego. *Occurrence of the root-rot beet pathogens including Rhizoctonia solani on sugar beet cultivation sites*. Biuletyn IHAR. 267. (p. 131–152).
- Smika, D. E. and Unger, P. W. (1986). Effects of surface residues on soil water storage. *Advances in Soil Science*. 5. (p. 111-138).
- Sneh, B., Burpee L. and Ogoshi A. (1991). Identification of *Rhizoctonia* Species. *APS Press, St. Paul Minnesota*. (p. 135).
- Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S. and Dijst, G. (1996). *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Boston (MA). *Kluwer Academic Publishers*.
- Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S. and Dijst, G. (2013). *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. *Springer Science & Business Media*.

- Stojšin, V., Budakov, D., Jacobsen, B., Bagi, F., Grimme, E. and Neher, O. (2011). Analysis of *Rhizoctonia solani* isolates associated with sugar beet crown and root rot from Serbia. *African Journal of Biotechnology*. 10(82). (p. 19049-19055).
- Strausbaugh, C. A., Eujayl, I. A., Panella, L. W. and Hanson, L. E. (2011). Virulence, distribution and diversity of *Rhizoctonia solani* from sugar beet in Idaho and Oregon. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 33(2). (p. 210-226).
- Sumner, D. R., Doupnik, Jr. B. and Boosalis, M. G. (1981). Effects of reduced tillage and multiple cropping on plant diseases. *The Annual Review of Phytopathology*. 19. (p. 167-187).
- Sumner, D. R. and Bell, D. K. (1982). Root diseases induced in corn by *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia zea*. *Phytopathology*. 72. (p. 86- 91).
- Sumner, D. R. (1985). Virulence of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia*-like fungi on selected germ plasm of snap bean, lima bean, and cowpea. *Plant Disease*. 69(1). (p. 25-27).
- Sunulu, S. ve Sunulu A. (2016). Şeker Pancarında *Cercospora* Yaprak Lekesi Hastalığı. *Pankobirlik*. 27(108). (s. 34).
- Swiader, M., Pronczuk, M. and Niemirowicz-Szczyt, K. (2002). Resistance of Polish lines and hybrids of watermelon [*Citrullus lanatus* (Th unb.) Matsum et Nakai] to *Fusarium oxysporum* at the seedling stage. *Journal of Applied Genetics*. 43. (p. 161-170).
- Şahiner, A. (2020). *Kırşehir Ekolojik koşullarında bazı şeker pancarı (Beta vulgaris L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 57.
- Thambugala, K. M., Daranagama, D. A., Phillips, A. J., Kannangara, S. D. ve Promputtha, I. (2020). Fungi vs. fungi in biocontrol: An overview of fungal antagonists applied against fungal plant pathogens. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 10. 604923.
- Townsend, G. K. and Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report*. 27. (p. 340-343).
- Tran N. Ha. (2010). Using *Trichoderma* species for biological control of plant pathogens in Vietnam. *J. Issaas*. 16(1). (p. 17-21).
- Tuncer, I. ve Erdiller, G. (1990). The identification of *Rhizoctonia solani* Kühn anastomosis groups isolated from potato and some other crops in central.
- Tuncer, G. ve Erdiller, G. (1992). The İdentification Of *Rhizoctonia solani* kühn Anastomosis Groups İsolated From Potato And Some other crops in central Anatolia. *J. Turk Phytopathology*. 19. No:289-93.ISSN 0378-8024.
- Tuncer, S. (2008). *Erzincan İlinde Biber (Capsicum annum L.) Bitkierinden İzole Edilen Rhizoctonia solani Kühn ve İki Nükleuslu Rhizoctonia'ların Anastomosis Grupları ve Patojeniteleri*. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 50.
- Tosun, F. (2016). Şeker Pancarı ve Şeker Ürün Raporu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*. TEPGE Yayın. No: 271. ISBN: 978-605-9175-49-4. 21 sayfa.
- Trebbi, D. and Mcgrath, J. M. (2004). Fluorometric sucrose evaluation for sugar beet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(23). (p. 6862-6867).
- Tsrer, L. (2010). Biology, epidemiology and management of *Rhizoctonia solani* on potato. *Journal of Phytopathology*. 158(10). (p. 649-658).

- TÜİK, (2024). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. (<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>). (Erişim tarihi: 10.07.2025)
- Türkkan, M., Erper, I., Kılıçoğlu, M. Ç., Yazıcıoğlu, E. ve 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). (s. 761-774).
- Uğurtay, E. (2011). *Rhizoctonia solani* ve Binükleat *Rhizoctonia Anastomosis* Grupları Arasındaki Filogenetik İlişkilerin 18 rDNA Dizi Analizi ile Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun. Doktora Tezi. 104.
- Weindling, R. (1932). *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology*. 22. (p. 837-845).
- White, T. J., Bruns T. D., Lee S. and Taylor J.W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. in: Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky, J., White, T.J. (eds.). *PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications*. Academic Press, San Diego. (p. 315–322).
- Whitney, E. D. and Duffus, J. E. (1991). Rhizomania (Beet Necrotic Yellow Vein Virus). *Compendium of Beet Diseases and Insects*. USA: APS Pres. (p. 76).
- Windels, C. E. and Brantner, J. R. (2005). Early-season application of azoxystrobin to sugarbeet for control of *Rhizoctonia solani* AG 4 and AG 2-2. *Journal Sugar Beet Research*. 42. (p. 1-17).
- Windels, C. E. and Nabben, D. J. (1989). Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. *Phytopathology*. 79(1). (p. 83-88).
- Windels, C. E., Kuznia, R. A. and Call, J. (1997). Characterization and Pathogenicity of *Thanatephorus cucumeris* from Sugarbeet in Minnesota. *Plant Disease*. 81. (p. 245-249).
- Windels, C. E. and Lamey, H. A. (1998). Identification and Control of Seedling Diseases, Root Rot and Rhizomania on Sugar Beet. BU-7192-S. *North Dakota State University, Fargo*. USA. (p. 1142).
- Yang, Y. G. and Wu, X. H. (2013). First report of potato stem canker caused by *Rhizoctonia solani* AG4 HGII in Gansu Province. China. *Plant Disease*. 97. 840.
- Yang, Y. G., Zhao, C., Guo, Z. J. and Wu, X. H. (2015). Characterization of a new anastomosis group (AG-W) of binucleate *Rhizoctonia*, causal agent for potato stem canker. *Plant Disease*. 99(12). (p. 1757-1763).
- Yassin, M. A. (2013). Interaction of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups and sugar beet cultivars. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 7. (p. 1869-1876).
- Yıldız, A. ve Döken, M. T. (2002). Anastomosis group determination of *Rhizoctonia solani* Kühn (Telemorph: *Thanatephorus cucumeris*) isolates from tomatoes grown in Aydın, Turkey and their disease reaction on various tomato cultivars. *Journal of Phytopathology*. 150. (s. 526-528).
- Yiğit, F. (2005). *Bitki patojenlerinin kontrolünde kullanılan biyokontrol ürünler ve özellikleri*. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 19(36). (s. 70-77).
- Zhang, X., Dong, B., Zhou, H., Xie, J. and Hao, J. J. (2015). First report of *Rhizoctonia solani* AG4-HG-I infecting sugar beet in China. *Plant Disease*. 99. 1185.
- Zhang, X., Wang, Y., Guo, J., Yu, Y., Li, J., Guo, Y., & Liu, C. (2015). Comparing two functions for optical density and cell numbers in bacterial exponential growth phase. *J. Pure Appl. Microbiol.* 9(1), 299-305.

- Zhang, C., Yu, S., Tian, H., Wang, Z., Yu, B., Ma, L., Nan, Z. and Fang, X. (2021). Varieties with a high level of resistance provide an opportunity to manage root rot caused by *Rhizoctonia solani* in alfalfa, *European Journal of Plant Pathology*. 160(4). (p. 983-989).
- Zhao, C. and Wu, X. H. (2014). First Report of Sugar Beet *Rhizoctonia* Crown and Root Rot Caused by *Rhizoctonia solani* AG-2-2IIIB in Shanxi Province of China. *Plant disease*. 98(3). (p. 419).
- Zhao, C., Li, Y., Liu, H., Li, S., Han, C. and Wu, X. (2019). A binucleate *Rhizoctonia* anastomosis group (AG-W) is the causal agent of sugar beet seedling dampingoff disease in China. *European Journal of Plant Pathology*. 155(1). (p. 53-69).
- Zhou, S. Y., Zhang, M., Liu, Y., Zhen, J., Liang, W. X., Chen, X. J. (2015). A uninucleate *Rhizoctonia* sp. from maize plant with ITS heterogeneity and hypersensitive to abiotic stresses. *European Journal of Plant Pathology*. 142(2). (p. 397-401).



ÖZ GEÇMİŞ

Elif Yıldırım, Samsun 19 Mayıs (YDA) Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma bölümünden 2009 tarihinde mezun oldu. 2017 yılında OMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programından mezun oldu. 2018 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. 2019 yılında aynı bölümde Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-4912-2303

Yayımlar:

1. Yıldırım, E., Karatoprak, K., Erper, İ., & Türkkkan, M. (2020). Elmada mavi küfe neden olan *Penicillium expansum*'a karşı borik asitin antifungal etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1), 64-72.
2. Yıldırım, E., Özdemir, İ. O., Türkkkan, M., Tuncer, C., Kushiyeve, R., & Erper, İ. (2020). Determination of effects of some fungicides used in hazelnut growing areas against *Trichoderma* species. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 335-340.
3. Yıldırım, E., Alici, E., Erper, I., Turkkan, M., & Ozer, G. (2022). Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*, the causal agent of *Fusarium* wilt of eggplant to some ammonium, potassium, and sodium compounds in vitro and in vivo bioassays. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 55(8), 937-950.
4. Erper, I., Ozer, G., Kalendar, R., Avci, S., Yildirim, E., Alkan, M., & Turkkan, M. (2021). Genetic diversity and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolates associated with red cabbage in Samsun (Turkey). *Journal of fungi*, 7(3), 234.
5. Erper, I., Yıldırım, E., & Türkkkan, M. (2019). Antifungal effect of boron compounds against three *Rhizoctonia solani* AG-4 subgroups causing root and crown rot. *Gesunde Pflanzen*, 71(1), 61-71.

6. Erper, I., Alkan, M., Zholdoshibekova, S., Turkkan, M., Yildirim, E., & Özer, G. (2022). First report of dry rot of potato caused by *Fusarium sambucinum* in Kyrgyzstan. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(1), 189-191.
7. Erper, I., Ak, K., Turkkan, M., Yildirim, E., Alkan, M., & Ozer, G. (2022). Potential of Turkish *Beauveria bassiana* isolates for the management of the polyphagous planthopper, *Orosanga japonica* Melichar 1898 (Hemiptera: Ricaniidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 104.
8. Topkara, E. F., Yanar, O., Tuncer, C., Ozdemir, I. O., & Yildirim, E. (2022). Efficacy of *Beauveria bassiana* and *Beauveria pseudobassiana* isolates against the pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, 1926 (Lepidoptera/Notodontidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 3.
9. Erper, I., Ozer, G., Yildirim, E., Zholdoshibekova, S., & Turkkan, M. (2022). First report of root rot on strawberry caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-G and AG-K in Kyrgyzstan. *Journal of Plant Pathology*, 104(1), 387-388.
10. Özdemir, İ. O., Yıldırım, E., Uluca, M., & Tuncer, C. (2022). Efficacy of native *Beauveria bassiana* and *B. pseudobassiana* isolates against invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae). *Black Sea Journal of Agriculture*, 5(3), 227-233.
11. Erper, I., Ozer, G., Yildirim, E., Ozgen, T., & Turkkan, M. (2020). First report of southern blight caused by *Athelia rolfsii* on candyleaf in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 102(1), 245-246.
12. Erper, I., Deligoz, I., Ozer, G., Yildirim, E., & Turkkan, M. (2019). First report of *botrytis* blight of tulip caused by *Botrytis tulipae* in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 101(2), 427-427.
13. Erper, İ., Göçmen, M., Yıldırım, E., Türkkan, M., Alkan, M., & Özer, G. (2022). First report of damping-off on melon seedlings caused by *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-II in Kyrgyzstan. *Journal of Plant Pathology*, 104(2), 889-890.
14. Yıldırım, E., Türkkan, M., Derviş, S., Dalbastı, N., Özer, G., & Erper, İ. (2024). *In vitro* evaluation of salt-based antifungal compounds for sustainable control of *Neoscytalidium dimidiatum*. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(2), 298-309.

15. Erper, I., Özer, G., Zholdosbekova, S., Yildirim, E., & Turkkan, M. (2021). First report of *Rhizoctonia solani* AG 4 HG-III causing root rot of pepper in Kyrgyzstan. *Journal of Plant Pathology*, 103(1), 359-359.
16. Erper, I., Ozer, G., Yildirim, E., & Turkkan, M. (2020). First report of white mold caused by *Sclerotinia minor* on safflower in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 102(3), 977-978.
17. Yildirim, E., Türkkan, M., Elevülü, R., Muktar, M. E., & Erper, İ. (2020). Potasyum Karbonat ve Bikarbonatın *Sclerotium oryzae*'nin Misel Gelişimi Üzerine Antifungal Etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 10(1), 6-10.
18. Erper, İ., Kushiyeu, R., Yildirim, E., Turkkan, M., & Tuncer, C. (2019). Determination of efficacy of some fungicides used in hazelnut orchards against *Ambrosiella hartigii* Batra symbiotically associated with *Anisandrus dispar* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) under laboratory conditions. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(2), 128-134.
19. Erper, I., Yildirim, E. (2017). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from vegetable crops grown in greenhouses in Samsun province, Turkey. *Biosci. J.* 33.