

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ÇİLEK ÜRETİM ALANLARINDAKİ *Rhizoctonia* spp. İZOLATLARININ  
KARAKTERİZASYONU VE HASTALIĞA KARŞI *Trichoderma* spp. İLE  
BİYOLOJİK MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Durmuş ERDURMUŞ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA  
2023

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

Doktora Tezi

### ÇİLEK ÜRETİM ALANLARINDAKİ *Rhizoctonia* spp. İZOLATLARININ KARAKTERİZASYONU VE HASTALIĞA KARŞI *Trichoderma* spp. İLE BİYOLOJİK MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Durmuş ERDURMUŞ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR

Çilekte önemli bir kök çürüklüğü etmeni olan *Rhizoctonia* spp.'nin anastomosis gruplarının (AG) ve hastalıkla biyolojik mücadele amacıyla *Trichoderma* spp.'nin belirlenerek kullanım imkanlarının araştırılması amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Çilek üretiminde büyük öneme sahip olan Mersin, Bursa ve Konya illerinde 2020 yılı üretim sezonunda 173 adet bahçeden hastalık belirtisi gösteren bitkiler ve rizosfer bölgesinden toprak örnekleri toplanmıştır. İzolasyon çalışmaları sonucunda 122 adet *Rhizoctonia* spp. ve 180 adet *Trichoderma* spp. izolatı elde edilmiştir. *Rhizoctonia* spp.'nin ITS bölgesi, ITS1 ve ITS4 primerleri ile çoğaltılarak sekansı yapılmış ve BLAST analizi ile anastomosis grupları belirlenmiştir. Multinükleat *Rhizoctonia* AG-4 HGI ve binükleat *Rhizoctonia* AG-A, AG-G, AG-Fa, AG-K, AG-V ve AG-W olmak üzere 7 farklı *Rhizoctonia* AG grubu bulunmuştur. Binükleat AG-V ile AG-W ülkemiz için ilk kayıt, çilekte dünyada ilk kayıttır. Binükleat *Rhizoctonia* AG-Fa ve multinükleat AG-4 HGI ülkemizde çilekte ilk kayıttır. *Trichoderma* spp. *tef1*, *rpb2* ve ITS lokusları çoğaltılarak tür teşhisleri gerçekleştirilmiştir. *Trichoderma* spp. izolatları *T. arundinaceum*, *T. atroviride*, *T. gamsii*, *T. citrinoviride*, *T. hamatum*, *T. afroharzianum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. koningiopsis*, *T. virens* ve *T. spirale* olmak üzere 11 farklı türe ayrılmıştır. Çilek üretim alanlarında *T. koningii*, *T. gamsii*, *T. atroviride*, *T. koningiopsis*, *T. arundinaceum*, *T. hamatum* ve *T. spirale* ülkemizde ilk defa bu çalışma ile tespit edilmiştir. *T. arundinaceum* ise ülkemizde tespit edilen ilk kayıttır. Virülensi yüksek ve en yaygın olan, SR43 numaralı binükleat *Rhizoctonia* AG-A izolatına karşı Petri kaplarında ikili kültür engelleme testleri yapılmıştır. *Trichoderma* spp. izolatlarının %39-100 arasında engelleme oranlarına sahip oldukları bulunmuştur. Engelleme testinde en yüksek etkiyi gösteren *T. gamsii*, *T. spirale*, *T. harzianum*, *T. atroviride* ve *T. koningii* türlerine ait birer izolat ile saksı etkinlik testleri yapılmıştır. Kontrolde %85 hastalık şiddeti oluşmuştur. *T. harzianum* ve *T. spirale* uygulamaları hastalığa karşı %82.35 etki göstererek en etkili izolatlar olmuştur. Çalışma sonucunda yerel *Trichoderma* spp. türlerinin çilekte siyah kök çürüklük hastalığı binükleat *Rhizoctonia* AG-A'ya karşı biyolojik mücadele amacıyla kullanılabileceği düşünülmektedir.

**Mart 2023, 91 sayfa**

**Anahtar kelimeler:** Çilek, *Rhizoctonia* spp., Anastomosis grup, *Trichoderma* spp., Biyolojik mücadele

## ABSTRACT

Ph.D. Thesis

### CHARACTERIZATION OF *Rhizoctonia* spp. IN STRAWBERRY CULTIVATION AREAS AND INVESTIGATION OF BIOLOGICAL CONTROL POSSIBILITIES WITH *Trichoderma* spp. AGAINST BLACK ROOT ROT DISEASE.

Durmuş ERDURMUŞ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR

This study was carried out to investigate the anastomosis groups (AG) of *Rhizoctonia* spp., an important root rot agent in strawberry, and the possibilities of using *Trichoderma* spp. for biological control of the disease. In Mersin, Bursa and Konya provinces, which are of great importance in strawberry production, plants showing disease symptoms and soil samples from the rhizosphere were collected from 173 gardens in the 2020 production season. As a result of isolation studies, 122 *Rhizoctonia* spp. and 180 *Trichoderma* spp. isolates were obtained. ITS region of *Rhizoctonia* spp. was amplified and sequenced with ITS1 and ITS4 primers and anastomosis groups were determined by BLAST analysis. Seven different *Rhizoctonia* AG groups were found; multinucleate *Rhizoctonia* AG-4 HGI and binucleate *Rhizoctonia* AG-A, AG-Fa, AG-G, AG-K, AG-V and AG-W. Binucleate AG-V and AG-W are the first records for Turkey and the first in the world in strawberry. Binucleate *Rhizoctonia* AG-Fa and multinucleate AG-4 HGI are the first records in strawberry in Turkey. *Tef1*, *rpb2* and ITS loci of *Trichoderma* spp. were amplified and species identification was performed by sequencing analysis. Isolates of *Trichoderma* spp. were classified into 11 different species as *T. atroviride*, *T. arundinaceum*, *T. gamsii*, *T. citrinoviride*, *T. hamatum*, *T. afroharzianum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. koningiopsis*, *T. spirale* and *T. virens*. In this study, *T. koningii*, *T. gamsii*, *T. atroviride*, *T. koningiopsis*, *T. arundinaceum*, *T. hamatum* and *T. spirale* were detected in strawberry production areas for the first time in Turkey. *T. arundinaceum* is the first record detected in our country. Binucleate *Rhizoctonia* AG-A isolate SR43, which is the most common and highly virulent isolate, was subjected to dual culture inhibition tests in Petri dishes. *Trichoderma* spp. isolates were found to have inhibition rates between 39-100%. Pot efficacy tests were carried out with one isolate each of *T. gamsii*, *T. spirale*, *T. harzianum*, *T. atroviride* and *T. koningii* which showed the highest effect in the inhibition test. In the control, 85% disease severity occurred. *T. harzianum* and *T. spirale* treatments were the most effective isolates against the disease with 82.35% effect. As a result of the study, it is thought that local *Trichoderma* spp. species can be used for biological control against the black root rot disease caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-A in strawberry.

**March 2023, 91 pages**

**Key Words:** Strawberry, *Rhizoctonia* spp., Anastomosis groups *Trichoderma* spp., Biological control

## TEŞEKKÜR

Çilekte siyah kök çürüklüğü etmeni olan *Rhizoctonia* spp.'nin AG gruplarının ve hastalıkla biyolojik mücadele amacıyla *Trichoderma* spp.'nin belirlenerek kullanım imkanlarının araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada, her zaman desteğini, tecrübe ve bilgilerini benimle paylaşan kıymetli danışman hocam sayın Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR'a ayrıca çalışmalarım sırasında değerli katkılarıyla beni yönlendiren Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ ve Prof. Dr. Göksel ÖZER'e, yine doktora başlangıcında bilgi ve tecrübeleriyle bana destek olan Prof. Dr. Y. Zekai KATIRCIOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Proje çalışmalarını finansal olarak destekleyen Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yönetimine ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne, arazi çalışmalarımdayanımdayan ve yardım eden Laborant Muazzez ÇELİK'e, anlayış ve destekleri için biyolojik mücadele bölümünde beraber görev yaptığım çalışma arkadaşlarıma, ayrıca her zaman yanımda olan ve desteğini hissettiğim eşim Gamze ALTINÖRS ERDURMUŞ'a, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan annem Arife ERDURMUŞ ve babam Ali Osman ERDURMUŞ'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/BSAD/A/21/A2/P5/2558 numaralı proje kapsamında sağlanan finansal kaynaklar ve Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü kaynakları ile desteklenmiştir.

Durmuş ERDURMUŞ  
Ankara, Mart 2023

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                             |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| TEZ ONAYI .....                                                                             | 2    |
| ETİK.....                                                                                   | i    |
| ÖZET.....                                                                                   | ii   |
| ABSTRACT .....                                                                              | iii  |
| TEŞEKKÜR .....                                                                              | iv   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                        | vii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                                       | viii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                                     | x    |
| 1. GİRİŞ.....                                                                               | 1    |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ .....                                                                    | 9    |
| 2.1 Çilekte <i>Rhizoctonia</i> spp. Konusunda Dünyada ve Ülkemizde Yapılan Çalışmalar ..... | 9    |
| 2.2 Çilekte <i>Trichoderma</i> spp. Konusunda Dünyada ve Ülkemizde Yapılan Çalışmalar ..... | 15   |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....                                                                  | 20   |
| 3.1 <i>Rhizoctonia</i> spp. İzolatlarının Elde Edilmesi, Saklanması ve Teşhisi.....         | 20   |
| 3.1.1 <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının geliştirilmesi ve teşhisi.....                  | 27   |
| 3.1.2 <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının patojenitesi .....                              | 29   |
| 3.2 <i>Trichoderma</i> spp. İzolatlarının Elde Edilmesi, Saklanması ve Teşhisi.....         | 30   |
| 3.2.1 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının moleküler teşhisi .....                         | 33   |
| 3.3 <i>Trichoderma</i> spp. İzolatlarının İkili Kültür Engelleme Testleri .....             | 35   |
| 3.4 <i>Trichoderma</i> spp. İzolatlarının Saksıda Etkinlik Testleri .....                   | 36   |
| 3.4.1 Binükleat <i>Rhizoctonia</i> AG-A inokulumunun hazırlanması .....                     | 36   |
| 3.4.2 <i>Trichoderma</i> spp.' nin spor süspansiyonunun hazırlanması .....                  | 37   |
| 3.4.3 <i>Trichoderma</i> spp.' nin etkinlik denemesinin kurulması .....                     | 37   |
| 3.4.4 <i>Trichoderma</i> spp.' nin etkinlik denemesinin değerlendirilmesi .....             | 38   |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....                                                                | 40   |
| 4.1 <i>Rhizoctonia</i> spp. İzolatlarının Elde Edilmesi ve Teşhisi .....                    | 40   |
| 4.2 <i>Rhizoctonia</i> spp. İzolatlarının Patojenitesi.....                                 | 47   |
| 4.3 <i>Trichoderma</i> spp. İzolatlarının Elde Edilmesi ve Teşhisi .....                    | 51   |
| 4.4 <i>Trichoderma</i> spp. İzolatlarının Engelleme Testleri.....                           | 58   |
| 4.5 <i>Trichoderma</i> spp. İzolatlarının Saksıda Etkinliği.....                            | 63   |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b> | <b>70</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>           | <b>80</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>             | <b>91</b> |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| °C                                   | Santigrad Derece                      |
| ≤                                    | Küçük Eşit                            |
| ≥                                    | Büyük Eşit                            |
| <                                    | Küçük                                 |
| >                                    | Büyük                                 |
| ±                                    | Artı Eksi                             |
| %                                    | Yüzde                                 |
| bp                                   | Baz Çifti                             |
| cm                                   | Santimetre                            |
| dk                                   | Dakika                                |
| ha                                   | Hektar                                |
| da                                   | Dekar                                 |
| kg                                   | Kilogram                              |
| g                                    | Gram                                  |
| ng                                   | Nanogram                              |
| nm                                   | Nanometre                             |
| V                                    | Volt                                  |
| PCR                                  | Polimeraz Zincir Reaksiyonu           |
| DNA                                  | Deoxyribonucleic Asit                 |
| dNTP                                 | Deoxynucleotide 5' Triphosphate       |
| ITS                                  | Internal Transcribed Spacer           |
| <i>rpb2</i>                          | RNA Polymerase II subunit             |
| <i>tef1-α</i>                        | Translation elongation factor 1-alpha |
| KCl                                  | Potasyum Klorür                       |
| KNO <sub>3</sub>                     | Potasyum Nitrat                       |
| MgCl <sub>2</sub>                    | Magnezyum Klorür                      |
| MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O | Magnezyum Sülfat Heptahidrat          |
| CTAB                                 | Hexadecyl-Trimethyl-Ammonium Bromide  |
| ddH <sub>2</sub> O                   | Bi-Destile Su                         |
| DArT                                 | Diversity ARrays Technology           |
| EDTA                                 | Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid    |
| NaCl                                 | Sodyum Klorür                         |
| SA                                   | Su Agar                               |
| PDA                                  | Patates Dekstroz Agar                 |
| rpm                                  | Dakikada Devir                        |
| mm                                   | Milimetre                             |
| µm                                   | Mikrometre                            |
| ml                                   | Mililitre                             |
| µl                                   | Mikrolitre                            |
| µM                                   | Mikromolar                            |
| sp.                                  | Tür                                   |
| spp.                                 | Türler                                |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1 Hastalıklı çilek bitkilerinin ve toprak örneklerinin toplanması için survey yapılan iller ve alınan örnek sayıları (n). ....                                                                                                                                                                                                                                                           | 20 |
| Şekil 3.2 Çilek kök çürüklüğü hastalığının bitki kök ve yapraklarında oluşturduğu hastalık belirtileri .....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 22 |
| Şekil 3.3 Işık mikroskopunda <i>Rhizoctonia</i> sp. misel görüntüsü .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 22 |
| Şekil 3.4 Çilek stolonlarında patojenisite çalışması.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 30 |
| Şekil 3.5 <i>Trichoderma</i> spp.' nin rosebengal eklenmiş PDA'da (a) ve tek spor izolasyonu sonrası PDA'da (d) koloni görüntüleri ile ışık mikroskopunda konidiofor ve fialid (b) ile konidi (c) görüntüleri .....                                                                                                                                                                              | 31 |
| Şekil 3.6 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının binükleat <i>Rhizoctonia</i> AG-A' ya karşı engelleme testi .....                                                                                                                                                                                                                                                                                | 36 |
| Şekil 3.7 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının <i>Rhizoctonia</i> sp. AG-A' ya karşı etkinlik testi değerlendirmesi .....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 38 |
| Şekil 3.8 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının binükleat <i>Rhizoctonia</i> AG-A' ya etkinlik testi değerlendirmesinde kullanılan 0-4 skalası .....                                                                                                                                                                                                                                             | 39 |
| Şekil 4.1 Çilek köklerinden yapılan izolasyon sonucu elde edilen bazı funguslar .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 40 |
| Şekil 4.2 <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının ITS gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi.....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 41 |
| Şekil 4.3 Multinükleat <i>Rhizoctonia</i> solani izolatlarının ITS gen bölgesinin sekans analizi ve tespit edilen izolatlar ile genetik ilişkilerini gösteren neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendogram .....                                                                                                                                                                             | 42 |
| Şekil 4.4 Binükleat <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının ITS gen bölgesinin sekans analizi ve tespit edilen izolatlar ile genetik ilişkilerini gösteren neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendogramı .....                                                                                                                                                                                 | 43 |
| Şekil 4.5 Çilek üretim alanlarındaki <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının AG-Grup dağılımı.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 44 |
| Şekil 4.6 Multinükleat <i>Rhizoctonia</i> AG-4 HGI izolatının PDA besiyerinde 7 günlük koloni görüntüleri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 44 |
| Şekil 4.7 Binükleat <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının AG gruplarının PDA besiyerinde 7 günlük koloni görüntüleri .....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 45 |
| Şekil 4.8 Mersin ili <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının AG grup dağılımı .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 45 |
| Şekil 4.9 Bursa ili <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının AG grup dağılımı .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 46 |
| Şekil 4.10 Konya ili <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının AG grup dağılımı .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 47 |
| Şekil 4.11 <i>Trichoderma</i> spp.'nin PDA ortamında 10 günlük koloni görüntüleri .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 53 |
| Şekil 4.12 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının ITS gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi (Th: <i>T. harzianum</i> , Tc: <i>T. citrinoviride</i> , Tk: <i>T. koningii</i> , Tg: <i>T. gamsii</i> , Ts: <i>T. spirale</i> , Tv: <i>T. virens</i> , Tar: <i>T. arundinaceum</i> , Tat: <i>T. atroviride</i> , Taf: <i>T. afroharzianum</i> , Tha: <i>T. hamatum</i> ) .....         | 54 |
| Şekil 4.13 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının <i>tef1</i> gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi (Th: <i>T. harzianum</i> , Tc: <i>T. citrinoviride</i> , Tk: <i>T. koningii</i> , Tg: <i>T. gamsii</i> , Ts: <i>T. spirale</i> , Tv: <i>T. virens</i> , Tar: <i>T. arundinaceum</i> , Tat: <i>T. atroviride</i> , Taf: <i>T. afroharzianum</i> , Tha: <i>T. hamatum</i> ) ..... | 54 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.14 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının <i>rpb2</i> gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi (Th: <i>T. harzianum</i> , Tc: <i>T. citrinoviride</i> , Tk: <i>T. koningii</i> , Tg: <i>T. gamsii</i> , Ts: <i>T. spirale</i> , Tv: <i>T. virens</i> , Tar: <i>T. arundinaceum</i> , Tat: <i>T. atroviride</i> , Taf: <i>T. afroharzianum</i> , Tha: <i>T. hamatum</i> )..... | 55 |
| Şekil 4.15 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının <i>rpb2</i> gen bölgesine ait sekans datasından neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendogram .....                                                                                                                                                                                                                                         | 56 |
| Şekil 4.16 Morfolojik olarak farklı grublara ayrılan <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının <i>tef1</i> , <i>rpb2</i> ve ITS gen bölgelerinin birleştirilmiş sekans datasından neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendogram. ....                                                                                                                                                            | 57 |
| Şekil 4.17 <i>Trichoderma</i> spp. izolatlarının <i>Rhizoctonia</i> AG-A' ya karşı engelleme testi .....                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 58 |
| Şekil 4.18 <i>Trichoderma</i> spp.' nin binükleat <i>Rhizoctonia</i> AG-A' ya etkinlik çalışması .....                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 65 |
| Şekil 4.19 <i>Trichoderma</i> spp.' nin bitki gelişimine etkisi .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 67 |
| Şekil 4.20 <i>Trichoderma</i> spp.' nin kontrol gruplarına göre bitki gelişimine etkisi.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 68 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1 Önemli çilek üreticisi ülkelerin yıllık üretim miktarları (Ton).....                                                                                              | 2  |
| Çizelge 1.2. Önemli çilek üreticisi iller ve son 5 yıllık üretim alanları (da).....                                                                                           | 2  |
| Çizelge 1.3. Önemli çilek üreticisi iller ve son 5 yıllık üretim miktarları .....                                                                                             | 3  |
| Çizelge 3.1 Survey yapılan iller ve örnek bilgileri .....                                                                                                                     | 23 |
| Çizelge 3.2 <i>Trichoderma</i> spp. izolat bilgileri, alındığı yer ve izolasyon kaynakları .....                                                                              | 32 |
| Çizelge 3.3 <i>Trichoderma</i> spp. teşhisinde kullanılan primerler ve PCR koşulları.....                                                                                     | 34 |
| Çizelge 3.4 <i>Trichoderma</i> spp. türlerinin BLAST analizi için kullanılan <i>tef1</i> , <i>rpb2</i><br>ve ITS gen bölgelerine ait referans dizilerin NCBI numaraları ..... | 34 |
| Çizelge 4.1 <i>Rhizoctonia</i> spp. İzolatlarının lokasyonu ve AG grupları.....                                                                                               | 41 |
| Çizelge 4.2 <i>Rhizoctonia</i> spp. izolatlarının patojenisite sonuçları .....                                                                                                | 48 |
| Çizelge 4.3 <i>Trichoderma</i> spp. izolatları, lokasyonu ve tür tanımları.....                                                                                               | 52 |
| Çizelge 4.4 <i>Trichoderma</i> spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları .....                                                                                          | 58 |
| Çizelge 4.5 <i>Trichoderma</i> spp.' nin Binükleat <i>Rhizoctonia</i> AG-A' ya karşı etkinlik<br>oranları .....                                                               | 64 |
| Çizelge 4.6 <i>Trichoderma</i> spp.' nin bitki boyu ve kök ağırlığına etkileri.....                                                                                           | 66 |
| Çizelge 4.7 Saksı etkinlik denemesi bitkilerinde reizolasyon sonucu elde edilen<br>fungus türleri .....                                                                       | 68 |

## 1. GİRİŞ

Üzümsü meyveler grubunun en bilinen türü olan çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.), parlak kırmızı meyve rengi, tadı ve aroması ile çok sevilerek tüketilen ve adaptasyon yeteneği ile çok farklı ekolojik koşullarda farklı üretim teknikleri ile yetiştiriciliği yapılabilen önemli bir bitkidir (Anonim 2021).

Avrupa’da 1300’lerde kültüre alınan çilek 18. yy. sonlarında Fransa’da, *Fragaria virginiana* ve *Fragaria chiloensis* melezi olarak ‘*Fragaria X ananassa*’ elde edilmiş ve kültür çileği olarak ortaya çıkmıştır. Çilek meyvesi kırmızı parlak rengi, tadı, aroması ile taze meyve olarak çok tercih edilmekte ayrıca kurutma, dondurma, reçel ve marmelat gibi çeşitli şekillerde tüketilmektedir. Çilek meyvesinin kuersetin, kaempferol, siyanidin, elajik asit, pelargonidin glikozitleri, antosiyanin, flavonol, flavonoidler, C vitamini gibi insan sağlığı için önemli bileşikleri içermesi nedeniyle de üretim ve tüketimde önemi giderek artmaktadır. Çilek üretimi açık alanda, örtü altında, serada ve topraksız tarım şeklinde farklı üretim teknikleri ile gerçekleştirilebilmekte ve diğer ürünlere göre karlılığı oldukça yüksektir. Yatırımın hızlı geri dönüşü ile aile çiftçiliğine de uygundur. Üzümsü meyve pazarında çilek dünyada ilk sırada yer alırken, mavi yemiş ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye’ de 2020 yılında toplam üretimin yaklaşık %10’u olan 53.345 ton çilek ihraç edilmiş olup ihracat sıralamasında dünyada sekizinci sırada yer almıştır. Çilek üretiminin %90’ı iç pazarda tüketilmektedir. Dünyanın önemli çilek üreticisi ve ihracatçısı ülkeleri ise sırasıyla Çin, ABD, Türkiye, Meksika ve Mısır’dır (Hancock 1999, Türemiş vd. 2000, Aybak 2005, Öztürk Erdem ve Çekiç 2017, Anonim 2021, Anonymous 2023).

FAO, 2021 yılı verilerine göre, çilek üretiminde Çin 3.389.620 tonluk üretimi ile birinci, ABD 1.211.090 ton ile ikinci, Türkiye 669.195 ton üretim ile üçüncü, Meksika 542.890 ton ile dördüncü ve Mısır 470.913 ton üretim ile beşinci sırada yer almaktadır. Çilek üretiminde son 5 yıla bakıldığında, Türkiye 2021 yılı üretim miktarı ile üçüncü sırada yer almıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1 Önemli çilek üreticisi ülkelerin yıllık üretim miktarları (Ton) (Anonymous 2023)

|         | 2017      | 2018      | 2019      | 2020      | 2021      |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Çin     | 2.860.008 | 3.069.110 | 3.203.152 | 3.335.707 | 3.389.620 |
| ABD     | 1.234.130 | 1.183.870 | 1.035.100 | 1.209.730 | 1.211.090 |
| Meksika | 658.435   | 653.639   | 861.336   | 557.514   | 542.890   |
| Türkiye | 400.167   | 440.968   | 486.705   | 546.525   | 669.195   |
| Mısır   | 318.950   | 445.106   | 545.284   | 438.730   | 470.913   |

Türkiye’de 2017 yılında 153.918 da olan çilek üretim alanı yıllar içinde artarak 2021 yılında 186.761 da olarak gerçekleşirken, 2017 yılında 400.167 ton olan üretim miktarı 2021 yılında 669.195 tona ulaşmıştır. Çilek üretiminde 2017 yılında 2.599 kg/da olan ortalama verim, 2021 yılında 3.583 kg/da olarak artış göstermiştir. Çilek üretim miktarına göre, Mersin, Aydın, Antalya, Konya ve Bursa illerinin sırasıyla ilk beş ili oluşturduğu görülürken, üretim alanına göre ise sıralama Mersin, Bursa, Konya, Aydın ve Antalya olarak görülmektedir. Mersin (5.845 kg/da), Antalya (4.213 kg/da) ve Aydın (4.044 kg/da) illerinde verimin ülke ortalamasından yüksek olduğu görülürken, Konya (2.511 kg/da) ve Bursa (1.704 kg/da) illerinde düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 1.2 ve 1.3).

Çizelge 1.2 Önemli çilek üreticisi iller ve son 5 yıllık üretim alanları (da) (Anonim 2022a)

| İller                  | 2017           | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Mersin                 | 40.816         | 46.382         | 42.192         | 48.152         | 44.475         |
| Aydın                  | 16.243         | 16.979         | 16.766         | 16.879         | 16.377         |
| Antalya                | 11.969         | 12.159         | 12.160         | 12.519         | 14.832         |
| Konya                  | 16.697         | 17.460         | 18.073         | 19.529         | 20.334         |
| Bursa                  | 31.515         | 29.208         | 29.336         | 30.193         | 28.239         |
| <b>Türkiye Toplamı</b> | <b>153.918</b> | <b>161.021</b> | <b>160.899</b> | <b>179.777</b> | <b>186.761</b> |

Çizelge 1.3 Önemli çilek üreticisi iller ve son 5 yıllık üretim miktarları (Ton) (Anonim 2022a)

| İller                  | 2017           | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Mersin                 | 123.783        | 149.438        | 168.654        | 188.267        | 259.958        |
| Aydın                  | 61.273         | 63.843         | 67.402         | 67.698         | 66.237         |
| Antalya                | 45.348         | 45.988         | 56.069         | 51.018         | 62.488         |
| Konya                  | 37.572         | 42.183         | 43.607         | 51.098         | 51.062         |
| Bursa                  | 47.757         | 49.060         | 48.465         | 50.621         | 48.136         |
| <b>Türkiye Toplamı</b> | <b>400.167</b> | <b>440.968</b> | <b>486.705</b> | <b>546.525</b> | <b>669.195</b> |

Çilek yetiştiriciliği açık alanda, örtü altı tünellerde ve serada topraksız tarım tekniği ile üretilmektedir. Türkiye' de 2020 yılında, toplam alanın %30' unda, 54.299 da alanda örtü altında çilek yetiştirilmiştir. Örtü altı yetiştiricilik alanları, alçak tünel (%50), yüksek tünel (%45), plastik sera (%3.7) ve cam sera (%0.3) olarak çeşitlilik göstermektedir. Kumlu tınlı yapıda, drenajı iyi, kireç içeriği ve tuzluluğu düşük, % 1.5 ve üzerinde organik maddeye sahip, pH' sı < 7.0 olan topraklar çilek üretimine en uygun topraklardır. Yetiştiricilikte kullanılan fide tipleri çıplak köklü, tüplü ve frigo fide olup, kullanılan dikim sistemleri yazlık ve sonbahar dikimi şeklindedir. Bahçe tesisinde, bitki aralığı fide tipine ve toprak yapısına göre ayarlanarak yaklaşık 5.000-7.000 bitki/da oranında çilek dikimi yapılır. Çilek üretiminde de topraksız kültür yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Serçe ve Özgen 2014, Adak ve Gübbük 2015, Anonim 2021).

Çilek, köklerinin %70'i 0-7 cm. derinlikte %80-90' ı 25 cm. derinlikte bulunan yüzeysel ve saçak köklü bir bitkidir. Çilek kökleri iyi drenaja sahip, süzek kumlu topraklarda 60-70 cm. derine kadar büyüyebilir. Çilek bitkisinin sağlıklı kök sistemi, ana bitkinin tacından uzanan 20-50 arası uzun birincil köklerden ve birincil köklerden dallanmış küçük ikincil kökten oluşur. Birincil kökler, hastalık, nematod veya kuraklık gibi faktörlerden zarar görmedikçe, ticari çilek çeşitlerinde bir yıl yaşayabilirken, ikincil kökler nispeten kısa ömürlüdür (Maas 2004, Aybak 2005).

Çilek üreticiliğinde ülkemizde karşılaşılan önemli hastalıklar ise kurşuni küf (*Botrytis cinerea*), çilek yaprak lekesi (*Mycosphaerella fragariae*), çilek küllemesi (*Sphaerotheca macularis* f.sp. *fragariae*) ve çilek kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*, *Macrophomina*

*phaseolina*, *Fusarium oxysporum*, *Coniothyrium hirus*, *Alternaria alternata*, *Pythium* sp., *Hainessia* sp., *Cylindrocarpon* sp.) hastalıklarıdır (Anonim 2008). Ülkemizde yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda çilekte hastalık oluşturan; *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp. (Kapkın 1978), *Rhizoctonia solani* (Pala 1987), *R. solani*, *Phytophthora cactorum* ve *Verticillium dahliae* (Benlioğlu vd. 2004), *R. solani* ve *Macrophomina phaseolina* (Yıldız vd. 2010), *Rhizoctonia* spp., *F. oxysporum* (Demirer Durak 2011, Demirer Durak ve Demirci 2014), *M. phaseolina* ve *Rhizoctonia* spp. (Yıldız ve Benlioğlu 2013, Korkom ve Yıldız 2020), *Macrophomina* sp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* sp. (Dinler vd. 2015), *F. oxysporum*, *R. solani*, *M. phaseolina*, *Alternaria* spp., *Phytophthora* spp., (Sarigül Ertek vd. 2018), *R. solani*, *M. phaseolina*, *A. alternata*, *A. niger*, *Fusarium* spp. (Günaçtı vd. 2018) olarak belirtilmiştir.

Çilekte kök çürüklüğü, *Rhizoctonia* spp.' ninde içerisinde olduğu toprak kökenli farklı fungus türleri tarafından meydana getirilmektedir. *Rhizoctonia* spp. kaynaklı hastalıkta, çileklerin yapısal kökleri ve besleyici kökçükleri ölmektedir. Genç köklerdeki lezyonlar başlangıçta kırmızımsı kahverengidir ve yaşlandıkça koyulaşır. Enfekte dokularda iç kısım kahverengi renk değişikliği gösterir ve sıklıkla çöker ve ölür. Toprak dezenfeksiyonu yapılmadığı zaman, patojenler için uygun koşullar olduğunda ve mücadele yapılmadığı zaman kök çürüklüğü hastalığı %30-50 arasında kayıplara neden olabilmektedir (Pala 1987, Phillips ve Golzar 2008, Garrido vd. 2011, Abd-El-Kareem vd. 2019). Çilek yetiştiriciliğinde toprak kökenli patojenlere karşı, solarizasyon, toprak ilaçlaması+solarizasyon, fumigasyon gibi yöntemler kullanılmakta fakat aynı üretim alanında sürekli üretim yapılması ve patojenlerin tamamen yok edilememesi nedeniyle istenen sonuç alınamamaktadır. Fumigasyon uygulamalarının, maliyetinin yüksek olması, yararlı ve zararlı tüm mikroroganizmaları öldürmesi, toksik etkisi ve çevre kirliliği gibi nedenlerden dolayı sınırlı kullanım alanı vardır (Yücel ve Günaçtı 2019).

*Rhizoctonia* spp. genellikle çilek üretimini sınırlandıran primer patojen olarak kabul edilmektedir (Wing vd.1994, Maas 1998). Aydın ilinde çilek tarlalarında izole edilen *Fusarium* spp.' nin hiçbirisi patojen çıkmamışken, *R. solani* toplam izolatların %42' si oranında en sık ve patojen olarak bulunan tür olmuştur (Benlioğlu vd. 2004). Üreticilerin koldan elde ettiği fidelerdeki patojenler sertifikalı frigo fideler ile kıyaslandığında

*Fusarium* spp. bulunma oranı dört kat, patojen *Rhizoctonia* spp. ise dört buçuk kat daha fazla bulunmuştur (Benlioğlu vd. 2018). Ülkemizde de çilekte kök çürüklüğü hastalığına neden olan en önemli toprak patojenlerinden birisi olarak *Rhizoctonia* spp. görülmektedir (Pala 1987, Dinler 2014, Demirer Durak 2011, Bildik 2017, Aysan 2018, Sarıgül Ertek vd 2018, Günaçtı vd. 2018).

*Rhizoctonia* spp. dünya genelinde ve ülkemizde yaygın olarak bulunan önemli toprak patojenlerinden birisi olup buğday, mısır, soya fasulyesi (Kodati vd. 2022), çilek (Vojvodić vd. 2018, Borrero vd. 2019, Erper vd. 2021) vb. pek çok üründe hastalık oluşturan ve tür içinde çeşitlilik gösteren, tarım ve tarım dışı alanlarda bulunan yaygın olarak bulunan bitki patojeni bir fungustur (Nandeeshia vd. 2021). Çevre şartlarına adaptasyonunun yüksekliği ile dünyada oldukça yaygın olup 200' ü aşkın önemli bitkide yıllık ortalama %20' nin üzerinde ürün kaybına neden olabilen *Rhizoctonia* spp. çilekte siyah kök çürüklüğü hastalığına neden olmaktadır (Clarkson ve Cook 1983, MacNish ve Neate 1996, Cromei vd. 2002, Vojvodić vd. 2018, Borrero vd. 2019, Erper vd. 2021, Guarnaccia vd. 2022).

*Rhizoctonia* spp. çekirdek sayısına göre çok çekirdekli (multinükleat MN), iki çekirdekli (binükleat BN) ve tek çekirdekli (uninükleat UN) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar kendi içinde uyumlu hiplere sahip olan ve temas noktasında kaynaşarak anastomosis oluşturabilen alt gruplar bulundurmakta ve “anastomosis grup” (AG) olarak tanımlanmaktadır. *Rhizoctonia* spp.' nin geniş konukçu tercihi nedeniyle patojenik, morfolojik ve fizyolojik özelliklerine göre görülen büyük çeşitlilik, anastomosis gruplandırmasına dayalı sınıflandırmanın yapılmasına imkan sağlamıştır (Vilgalys ve Cubeta 1994, Sneh vd. 1996, Cubeta ve Vilgalys 1997).

Dünya da farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda çilekte binükleat *Rhizoctonia* spp.' nin anastomosis gruplarından AG A, AG B, AG C, AG F, AG G, AG I, AG K, multinükleat olarakta AG 4 HG-I, AG 4 HG-III, AG 5, AG 6 sorun olduğu bildirilmiştir (Martin 1988, Botha vd. 2003, Sharon vd. 2007, Manici ve Bonora 2007, Fang vd. 2013, Vojvodić vd. 2018, Borrero vd. 2019, Erper vd. 2021). Türkiye'de ise Aydın ilinde binükleat *Rhizoctonia* AG-A, AG-G ve AG-K ile multinükleat AG-4 (Dinler 2014, Dinler vd 2018),

AG 2-1 (Buhur 2014), Erzurum’ da binükleat *Rhizoctonia* AG-A, AG-G, AG-H ve AG-K ile multinükleat *R. solani* AG 2-1 ve AG-3 (Demirer Durak ve Demirci 2018) Erzincan’ da ise binükleat *Rhizoctonia* AG-A, AG-E, AG-G, AG-H, AG-K ile *Ceratobasidium albasitensis* ve multinükleat *R. solani* AG 2-1, AG-5 ve AG-4 HGII (Kesimci vd 2022) bulunduğu bildirilmiştir.

Çilek yetiştiriciliğinde maksimum verim ve kaliteyi elde edebilmek için hastalık ve zararlılar ile mücadele edilmelidir. Çilek kök çürüklük hastalığı ile mücadelede öncelikle, sağlıklı fide kullanımı, varsa dayanıklı çeşit seçimi, hastalıklı bitkilerin toplanıp imhası, aşırı gübrelemeden kaçınma, damla sulama sistemini tercih etme gibi kültürel önlemlere koşulların uygun olduğu yerlerde solarizasyon gibi fiziksel önlemlere başvurmak gereklidir. Hastalıkla mücadelede dikim öncesi fumigasyon, üretim döneminde ise kimyasal mücadele yapılmalıdır (Anonim 2022b).

Bazı pestisitler biyoçeşitlilik gibi çevresel konulardaki olumsuz etkilerine ek olarak, üreticiler arasında ve aynı zamanda tarım alanlarının yakınında yaşayan diğer insanlar arasında insan sağlığına yönelik artan riskle ilişkilendirilmektedir (Viel ve Challier 1995, Baldi vd. 2003, Provost vd. 2007, McMahon vd. 2012). Çevre kirliliği problemleri, tarımsal üretimde kullanılan kimyasal pestisitlerin insan sağlığı ve ekolojiye olan olumsuz etkileri, zamanla pestisitlere karşı direnç oluşması ve tüketimde organik ürünlerin daha fazla tercih edilmesi sonucunda biyolojik mücadele önem kazanmıştır (Özaktan vd. 2010).

Avrupa Parlamentosu tarafından 24 Haziran 2021 tarihinde onaylanan ve "Yeşil Mutabakat" adı verilen iklim krizi eylem planına göre, AB ülkeleri 2030 yılına kadar yüzde 55 karbon emisyonunu azaltmayı ve 2050 yılında karbon nötr olmayı hedeflemektedir. Türkiye ise 7 Ekim 2021 tarihinde yeşil mutabakat anlaşmasını onaylamıştır. AB yeşil mutabakatla iklim krizi ile mücadelede yeşil ekonomi uygulamaları için kapsamlı bir dönüşüm başlatmıştır. AB, çevrenin doğal dengesini koruyarak sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı sağlayan yeşil ekonomi anlayışı çerçevesinde pek çok alanda olduğu gibi tarımda da politikalar oluşturmuştur. AB tarafından 2050 yılına kadar iklim krizi ile mücadelede istenilen hedeflere ulaşmak için

belirlenen eylem alanlarından ikisi biyoçeşitlilik ve çiftlikten çatala sürdürülebilir tarım stratejisidir (Küçük ve Yüce Dural 2022). Bu hedefler doğrultusunda Avrupa Yeşil Mutabakat Anlaşması, 2030 yılına kadar kimyasal pestisit kullanımını %50 oranında azaltmayı hedeflemektedir (Lazaro vd. 2021). Türkiye anlaşmayı onaylayan ve taraf olan bir ülke olarak bahsedilen hedeflere ulaşmak için kimyasal pestisitlere alternatif uygulamaları araştırıp geliştirerek uygulamaya aktarması gereken bir ülkedir. Biyolojik mücadele araştırmaları kimyasal pestisit uygulamalarına karşı alternatif uygulamaları hedeflediği için yeşil mutabakat hedefleri ile uyumlu bir araştırma alanı olarak gelecekte daha büyük öneme sahip olacaktır.

Biyolojik mücadele ajanları olarak kullanılan çeşitli funguslar arasında *Trichoderma* spp. 375 farklı türe sahip (Cai ve Druzhinina 2021) ve farklı bitki patojenlerine karşı biokontrol ajanları olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. *Trichoderma* spp. her türlü topraktan, bitki rizosferinden, çürümüş organik materyalden ve hastalıklı bitki köklerinden kolaylıkla izole edilebilmektedir. *Trichoderma* spp.'nin sadece biyolojik kontrol ajanı olarak davranmayıp, aynı zamanda bitki direnci, bitki büyümesi ve gelişimini uyardığı ve verimde artışa neden olduğu bildirilmektedir. *Trichoderma* spp. ayrıca selüloz, pektinaz, glukanaaz, ksilanaz, amilaz, lipaz, proteaz ve arabinaz gibi hücre duvarı bozucu enzimler üretebilir. Kitinaz bitki patojeni fungusların hücre duvarlarının bozulmasında anahtar rol oynayan en önemli litik enzimdir (Ghazanfar vd. 2018, Adnan vd. 2019, Zin ve Badaluddin 2020). Birçok *Trichoderma* spp. bitkiler için mevcut olan fosfor iyonlarının ve mikro elementlerin salınımına neden olan glukonik, sitrik ve kumarik asitler gibi asitleri üretmektedir (Harman vd. 2004).

Ülkemizde ve dünyada *Trichoderma* spp. içerikli ruhsatlı pek çok bitki koruma ürünü vardır. Türkiye' de *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. aspellerum*, *T. gamsii* türleri ruhsatlıdır (Anonim 2023). Ülkemizdekilere ek olarak dünyada ise *T. koningii*, *T. virens*, *T. pseudokoningii*, *T. atroviride*, *T. longibrachiaum*, *T. hamatum*, *T. citrinoviride*, *T. koningiopsis*, *T. spirale*, *T. brevicompactum*, *T. ghanense*, *T. tomentosum*, *T. aureoviride*, *T. reesei* gibi türlerin bitki patojeni funguslara karşı etkin oldukları bildirilmiştir. Bu türlerden ticari olarak ruhsatlandırılan ve piyasaya sürülenler ise *T. koningii*, *T. virens*, *T. pseudokoningii*, *T. pseudokoningii* + *T. parceramosum*, *T. atroviride*, *T. harzianum* + *T.*

*viride*, *T. harzianum* + *T. polysporum* türleridir (Ghazanfar vd. 2018, Ferreira ve Musumeci 2021).

Ülkemizde biyolojik mücadele ürünleri pazarı mikrobiyal gübre olarak satılanlar hariç 5 milyon TL ile 800 milyon TL civarında olan bitki koruma ürünü pazarının %0.6' sı oranındadır (Anonim, 2018). Tarım Bakanlığı stratejik planında hedef olarak yer alan %25 oranına ulaşılması durumunda biyolojik mücadele ürünleri 200 milyon TL pazar payına ulaşma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle biyolojik mücadele ürün pazarında ülkemizin daha kazançlı olması için yerel biyolojik mücadele etmenlerimizin araştırılması, geliştirilmesi ve ürüne dönüştürülerek son kullanıcıya ulaştırılması, araştırılması gereken önemli bir alandır.

Ülkemizde çilekte kök çürüklüğü etmeni *Rhizoctonia* spp. anastomosis gruplarının belirlenmesi, hastalıkla mücadelede daha sağlıklı ve etkili kararlar alınmasında önemli ve gereklidir. Ülkemizde Aydın, Erzurum ve Erzincan illerinde yapılan çalışmalar ile *Rhizoctonia* spp. anastomosis grupları belirlenmiş olup önemli çilek üretim alanlarına sahip olan ve ülke üretiminin %53' ünü gerçekleştiren Mersin, Bursa ve Konya illerinde çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma, Mersin, Bursa ve Konya gibi önemli çilek üreticisi illerde yer alan, biyolojik mücadelede kullanılabilecek *Trichoderma* spp. ile çilek kök çürüklüğü etmeni *Rhizoctonia* spp.' nin anastomosis gruplarının moleküler yöntemlerle teşhis edilmesi ve kök çürüklüğü hastalığına karşı biyolojik mücadelede kullanım imkanlarının araştırılması amacıyla yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Çilekte *Rhizoctonia* spp. Konusunda Dünyada ve Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

Çilek yetiştiriciliğinde üretimi sınırlayan önemli faktörlerin başında yer alan çilek hastalıkları konusunda uzun yıllardır araştırmalar yapılmaktadır. Zeller (1932), ABD, Oregon’ da yaptığı çalışmada, *Rhizoctonia* spp. ile enfekteli çilek yapraklarında damarlarda morarma, yaprak kenarlarında sararma ve kahverengileşme, adventif köklerde ve saçak köklerde siyahlaşma, toprakla temas eden stolon, yaprak sapı ve tomurcuklarda kahverengi-siyah lekeler ve çürümeler görüldüğünü bildirmiştir.

İzmir ilinde yapılan bir çalışmada çilekte kök ve kök boğazından en çok izole edilen funguslar *R. solani*, *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. ve *Aspergillus* spp. olarak tespit edilmiştir (Kapkın, 1978).

Doğu Akdeniz yöresinde Pala (1987) tarafından yapılan çalışmada, toprak dezenfeksiyonu yapılmadan ve patojenler içinde uygun koşullar olduğunda kök çürüklüğü hastalığının %30 oranında bitki ölümlerine neden olabildiği bildirilmiştir. Kök çürüklüğü patojenlerini tespit etmek için bir yıl boyunca seçilen 10 farklı çilek bahçesinden izolasyon çalışmaları yapılmış ve 25 farklı cins içinde 64 fungal izolat tespit edilmiştir. En yaygın olarak *Aspergillus* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. ve *Macrophomina* spp. elde edilmiş ve kök izolasyonlarında primer patojen olarak *R. solani* belirlenmiştir.

ABD’de Martin (1988) tarafından çilekte yapılan çalışmada, binükleat *Rhizoctonia* AG-A, AG-I ve AG-G ile birlikte az miktarda *R. solani* AG-5 tespit edilmiştir. İzolasyonlarda aynı bitkinin farklı köklerinden AG grubuna ait izolatlar elde edilmiştir. Tüm AG gruplarında patojen izolatlar yer alırken, AG-I grubuna ait izolatların 15 °C’de AG-A ve AG-G gruplarından daha yüksek hastalık şiddeti oluşturduğu bildirilmiştir.

İtalya’da çileğin yoğun olarak yetiştirildiği Emilia-Romagna, Campania ve Basilicata bölgelerinde, kök çürüklüğü hastalığına neden olan patojenlerin belirlenmesi ve biyolojik mücadelesine yönelik D’Ercole vd. (1989) tarafından yapılan araştırmada *R. fragariae*, *R. solani*, *P. cactorum*, *V. dahliae*, ve *Idriella lunata* gibi patojenler tespit edilmiştir. *T. viride* kullanımının yaz döneminde dikim sonrası bitki ölümlerinde azalma sağladığı bildirilmiştir.

Kim vd. (1992), Kore’de yaptıkları çalışmada, enfekteli çilek bitkilerinin yaprak, yaprak sapı, taç ve köklerinden yaptıkları izolasyonlarda, 104 adet *R. solani* izolatu elde etmişlerdir. Bu izolatların 91 adedinin AG 2-1 ve 13 adedinin AG-5 grubuna ait olduğunu tespit etmişlerdir.

Zonguldak ve Bartın’da çilek üretim alanlarında yapılan bir çalışmada *F. oxysporum*, *F. moniliforme* ve *R. solani* patojen olarak bildirilmiştir (Gürer ve Coşkun, 1993).

Martin (2000), Kaliforniya’nın orta kıyı bölgesinde çilekte yaptığı çalışmada, bitki köklerinden izole edilen bir adet *R. solani* dışında tüm izolatların binükleat *Rhizoctonia* spp. AG-A, AG-I ve AG-G anastomosis gruplarına ait olduğunu bulmuştur. Anastomosis gruplarının izolasyon sıklığı sırasıyla AG-A, AG-G ve AG-I grubu şeklinde gerçekleşmiştir. Farklı AG grupları arasında benzer, aynı AG grupları arasında farklı virülens değerleri gözlemlendiği bildirilmiştir.

Güney Afrika’ nın Western Cape eyaletinde Botha vd. (2003) tarafından, çilekte siyah kök çürüklüğü etmen *Rhizoctonia* spp.’nin virülensi, teşhisi ve AG gruplarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, multinükleat izolatların tamamının *R. solani* AG-6, binükleat izolatların ise AG-A (%69), AG-G (%25) ile AG-I (%6) grubuna ait oldukları belirlenmiştir. Tüm izolatlar patojen olurken, *R. solani* AG-6 en virulent ve bodurluğa sebep olan izolat olmuştur. *R. fragariae* AG-A ile AG-G’ nın, *R. solani*’ ye kıyasla virülensi düşük çıkmış ama bodurluğa da neden olmuştur. *R. fragariae* AG-I virülensi en düşük, bodurlaşmaya neden olmayan, köklerde küçük, soluk, lezyonlar gösteren izolat olmuştur.

Benlioğlu vd. (2004), Aydın, Sultanhisar' da yaptıkları çalışmada çilek tarlalarındaki toprak kaynaklı hastalık etmenleri olarak *P. cactorum*, *R.solani* ve *V. dahliae* ' nin patojen olduğunu saptamıştır. Toprak solarizasyonu ile metam sodium, dazomet ve methyl bromide gibi fumigantların etkisinin araştırıldığı çalışmada, toprak solarizasyonunun hastalık kontrolünde fumigantlara göre daha iyi kontrol sağladığı ve solarizasyon uygulamalarında daha yüksek verim elde edildiği görülmüştür.

İsrail'de Sharon vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, çileklerden izolasyonu yapılan patojen *Rhizoctonia* spp. izolatlarının binükleat *Rhizoctonia* AG-A, AG-F, AG-G ve AG-K ile multinükleat *Rhizoctonia* spp. AG 4 HG-I ile AG 4 HG-III olduğu bildirilmiştir.

Manici ve Bonora (2007), İtalya'da siyah kök çürüklüğü hastalığı görülen çilek bitkilerinden altı yıl boyunca 58 binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatu toplayarak yaptığı çalışmada ITS gen bölgelerinin sekans analizi sonucunda izolatların AG-A ve AG-G gruplarına ait olduğunu bulmuşlardır. Çilekte patojen olan izolatların aynı zamanda baklada patojen olduklarını ve daha düşük sıcaklıklarda turpgillerde ve çilekle münavebede kullanılan tahıllarda patojen olduklarını tespit etmişlerdir.

Erzurum'da önemli çilek hastalıkları olarak gri küf (*B. cinerea*), yaprak lekesi (*Mycosphaerella fragariae*) ve toprak kaynaklı hastalıklar olarak, *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Verticillium* sp. bulunduğu bildirilmiştir (Eken 2008).

Batı Avustralya'da çilek alanlarında Fang vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada taç ve kök hastalıkları ile ilişkili başlıca patojenler olarak *Rhizoctonia* spp. (AG-A, AG-K, AG-C, AG-I), *F. oxysporum*, *P. exigua*, *C. destructans*, *P. cactorum*, *G. fructicola*, *P. ultimum* ve *M. phaseolina* tespit edilerek, *F. oxysporum* ' un taç hastalığı, *Rhizoctonia* spp.'nin çileğin kök hastalığı ile ilişkili önemli patojenler olduğu bildirilmiştir.

Demirer Durak (2011) tarafından Erzurum ilinde yapılan bir çalışmada, çilek bitkisinin kök ve gövde kısımlarından *Rhizoctonia* izolatları elde edilmiş ve AG grupları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *R. solani* %17.3, binükleat *Rhizoctonia* spp. %82.7

oranında bulunmuştur. *R. solani* izolatlarının 51 tanesi AG-3, 2 tanesi AG-2-1, binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatları ise AG-A 186 tane, AG-G 56 tane, AG-H 4 tane ve AG-K 7 tane olarak bulunmuştur. Patojenite testi sonucunda AG-A, AG-K, AG-G ve AG-3'ün en virulent gruplar olduğu, AG- 2-1 ve AG-H' nin zayıf virulenslik gösterdikleri tespit edilmiştir.

Fang vd. (2012), Batı Avustralya'da yetiştirilen çilek çeşitlerinin fungal hastalıklara dayanıklılıklarını tarla ve kontrollü koşullarda araştırarak, binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya karşı Albion ve Aromas çeşitlerinin duyarlı, Camarosa, Festival, Camino real, Gaviota, Selva ve Juliette çeşitlerinin dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Fang vd. (2013), çilek kök çürüklüğü patojeni *Rhizoctonia* spp.'nin genetik çeşitliliği ve filogenetik durumunu belirlemek için yaptığı çalışmada, tüm izolatların binükleat *Rhizoctonia* spp. olduğunu bulmuştur. 96 izolatın 65 adeti çilek üzerinde çeşitli derecelerde virülense sahip patojen olarak bulunmuştur. Genetik çeşitliliği ile virülensi arasında anlamlı bir ilişki olmayan izolatların sekans analizi sonucunda patojenik binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarının anastomosis grupları AG-A, AG-C, AG-B, AG-K, AG-G ve AG-I olarak oluşmuştur.

Aydın ilinde çilek fideliklerinde yapılan bir çalışmada, çilek kök ve taçlarından izolasyonlar yapılmış ve patojenisite testi sonucunda *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Macrophomina* sp. ve *Cylindrocarpon* sp. izolatları patojen olarak bulunmuştur. İki üretim sezonu kökteki bulunma oranları açısından değerlendirildiğinde, *Fusarium* spp.' nin sırasıyla %11.6 ve %4.8, *Rhizoctonia* spp.' nin ise %8.96 ve %4.8 oranlarında bulunduğu bildirilmiştir. *Rhizoctonia* spp. çekirdek sayıları çekirdek boyama metodu ile belirlenmiş ve moleküler analiz sonrası binükleat olarak belirlenen AG-G %47.5, AG-A %18.6, hem AG-A hem AG-K olanlar %1.7 ve multinükleat olarak belirlenen AG-4'ün ise %1.7 oranında yer aldığı tespit edilmiştir (Dinler 2014).

Buhur (2014) Aydın ilinde yaygın olarak yetiştirilen bitkilerde *Rhizoctonia* spp., AG gruplarının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, çilekte elde ettiği 6 adet binükleat

izolatın AG gruplarının belirlenemediğini, 8 adet multinükleat izolatın tamamının AG 2-1 olduğunu bildirmiştir.

Çin Beijing’ de serada kök çürüklüğü belirtileri gösteren çilek bitkilerinde Zhong vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada binükleat *Rhizoctonia* AG-A hastalık etmeni olarak ilk defa tespit edilmiştir.

Silifke, Anamur, Gazipaşa, Antalya ve Sultanhisarda yapılan çalışmada, solgunluk belirtisi gösteren 150 adet çilek bitkisinin kök, taç ve yaprak saplarından izolasyonlar yapılmış ve başlıca patojenler olarak, *F. oxysporum*, *Rhizoctonia* spp., *Pestalotiopsis* spp., *Alternaria* spp., *Macrophomina* spp., *Phytophthora* spp., *Colletotrichum* spp. ve *F. solani* tespit edilmiştir (Bildik 2017).

Aysan (2018), tarafından yapılan çalışmada, Niğde ve Adana illerinde çilek fidelikleri incelenerek çilek fidelerinde kök hastalıkları tespit edilmiştir. Niğde ilindeki çilek fideliklerinde kök çürüklüğü belirtisi bulunan çilek köklerinden yapılan izolasyon çalışmasında, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., *Alternaria* spp., ve *Aspergillus* spp., cinslerine ait funguslar %90 oranında izole edilmişlerdir. Çalışma sonucunda %50.7 izolasyon oranı ile en fazla izole edilen fungus cinsi *Rhizoctonia* spp. olmuş ve ikinci sırada %29.5 oran ile *Fusarium* spp. tespit edilmiştir.

Sırbistan’da çilek alanlarında, siyah kök çürüklüğü salgını sonrası yapılan çalışmada, hastalık yoğunluğunun %30’a kadar çıktığı tespit edilmiştir. İzolasyonlar sonucunda tamamı binükleat *Rhizoctonia* AG-A olarak teşhis edilmiştir. AG-A izolatlarının morfolojik özelliklerinin tek tip benzer olmasına rağmen, sekans analizi sonucunda üç farklı grup oluşturarak, genetik değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Patojenite çalışması sonunda AG-A izolatlarının, çilek, fasulye, havuç ve ayçiçeği fidelerinde tek tip virülens gösterirken, buğday, mısır, domates, biber, tütün, salatalık, marul, bezelye, kolza tohumu ve şeker pancarında patojen olmadığı belirlenmiştir (Vojvodić vd. 2018).

Düzce ilinde çilek üretim alanlarında fungal hastalıkların belirlenmesi amacıyla Sarıgül Ertek vd. (2018) tarafından çalışmada, yaprak ve yaprak sapında *Botrytis cinerea*, *Alternaria* spp., *Mycosphaerella fragariae*, *Hainesia lythri*, *R. solani*, *Phoma* sp. ve *Phomopsis* sp., izole edilirken, meyvelerden *B. cinerea*, köklerden ise *R. solani*, *F. oxysporum*, *M. phaseolina*, *Alternaria* spp. ve *Phytophthora* spp. izole edilmiştir.

2017-2018 üretim sezonunda Mersin-Silifke ilçesinde yapılan çalışmada, kök çürüklüğü ve solgunluk belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyonlarda *M. phaseolina*, *R. solani*, *A. alternata*, *A. niger*, *Fusarium* spp. gibi funguslar tespit edilmiştir (Günaçtı vd. 2018).

Aysan vd. (2019), çilek siyah kök çürüklüğü etmeni *R. solani* 'ye karşı, Acibenzolar S-Methyl, Salisilik asit, *Lactobasillus acidophilus* ürünü ISR 2000, Messenger, Fosetyl-Al ve Crop Set gibi bitki aktivatörlerinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada, hastalıkla entegre mücadelede bitki aktivatörlerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

İspanya Huelva bölgesinde çilek üretim alanında, Rociera çeşidi çilek bitkilerinde değişen derecelerde zayıf büyüme, bodurluk, taban yaprak saplarında siyah nekroz, köklerde kahverengiden koyu kahverengiye renk değişikliği gibi belirtiler görülmesi üzerine Borrero vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, hastalığa neden olan etmenin, binükleat *Rhizoctonia* AG-K olduğu tespit edilmiştir.

Kaya ve Karaca (2020), tarafından Antalya' da serada çilek üretim alanlarında, fungal patojenlerin belirlenmesi için yapılan çalışmada, toprak izolasyonlarında *R. solani* %96.43 yaygınlık oranı ile birinci sırada yer almış, *Fusarium* spp. %75 ve *Pythium* sp. %35.71 oranları ile onu takip etmiştir.

Silifke çilek üretim alanlarında fungal sorunların saptanması için yapılan bir çalışmada, hastalık belirtisi gösteren bitki köklerinden izolasyon yapılmış ve *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Macrophomina*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Trichoderma*,

*Rhizopus* ve *Mucor* cinslerine ait funguslar tespit edilmiştir. Hasta bitki köklerinden en çok izole edilen fungus cinsi *Rhizoctonia* spp. olmuştur (Uysal ve Erkılıç 2022).

Kesimci vd. (2022) tarafından Erzincan’ da çilek bitki örneklerinde *Rhizoctonia* spp.’ nin AG grup ve patojenitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada 155 adet binükleat *Rhizoctonia* spp., 11 adet multinükleat *R. solani* olarak tespit edilmiştir. Üç adet binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatu *Ceratobasidium albasitensis* olarak tanımlanırken, geri kalan binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarının 54 tanesi AG-A, 44 tanesi AG-K, 37 tanesi AG-G, 11 tanesi AG-E, 6 tanesi AG- H ve multinükleat *R. solani* izolatlarının 4 tanesi AG-2-1, 3 tanesi AG-4 HGII, 4 tanesi ise AG-5 olarak tanımlanmıştır. Fern çilek çeşidinde yapılan patojenite çalışmasında, AG-G izolatlarının diğer AG gruplarına göre en yüksek virülense sahip olduğu bulunmuştur.

Erper vd. (2021) tarafından Kırgızistan’da kök çürüklüğü belirtileri gösteren çilek bitkilerinden yapılan izolasyonlarda, patojen olarak binükleat *Rhizoctonia* spp. AG-G ve AG-K bildirilmiştir.

## **2.2 Çilekte *Trichoderma* spp. Konusunda Dünyada ve Ülkemizde Yapılan Çalışmalar**

Elad vd. (1981), tarafından İsrail’ de çilek üretim alanlarında ve fideliklerde *R. solani*’ nin biyolojik mücadelesi için yapılan çalışmada *T. harzianum* uygulamasında *R. solani* kaynaklı bitki ölümlerinin %30 oranında azaldığı, çilek fidelerinde hastalık şiddetinin uygulama yapılan parsellerde %18-46 oranında azaldığı, fidelik ve üretim alanında kombine uygulama yapıldığında *T. harzianum*’ un %13-41 arasında verim artışı sağladığı bildirilmiştir.

Shafir vd. (2006), İsrail’ de çilekte gri küfe neden olan *B. cinerea*’ nın *Trichoderma* spp. ile mücadelesinde bal arılarının kullanılma potansiyelini araştırmışlardır. Arka arkaya iki üretim sezonunda tarlada çilekte *B. cinerea*’ yı kontrol etmek için bal arılarının *T. harzianum* T39’u yayma yeteneklerini test ederek düşük-orta hastalık şiddetinde fungusla kısmi etkinlik sağlanırken, arıların ziyaret ettiği parsellerde daha iyi etkinlik

sağlandığını bildirmişlerdir. Yüksek hastalık şiddetinde, fungusit ve biyolojik kontrol uygulamalarının etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Leandro vd. (2007), kompost eklenmiş ve fumigasyon yapılmış toprakta yetiştirilen çileklerde *Trichoderma* spp.' yi belirlemek için yaptığı çalışmada *T. harzianum* T22 ve *T. hamatum* T382 eklenmiş toprağa çilek bitkileri dikilmiş ve 4 hafta geliştirilmiştir. Çalışmada çilek köklerinden yapılan izolasyonlarda T22 birinci yıl hasta bitkilerde %70, sağlam bitkilerde %81.8 oranında izole edilirken, ikinci yıl sağlıklı ve hasta bitkilerden %70.8 oranında izole edilmiştir. T382 ise ilk yıl hasta bitkilerden %25, sağlıklı bitkilerden %56.3 oranında izole edilirken ikinci yıl bu oranlar sırasıyla %21.7 ve %20 olarak gerçekleşmiştir. Kompostun tarla toprağında *Trichoderma* spp.' nin hayatta kalmasını sağlamak ve desteklemek için bir substrat olarak kullanılabileceğini gösteren bu çalışmada, organik bir substratın, tarla toprağına biyokontrol ajanı eklemek için ortam olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

İspanya Huelva' da solarizasyon ve *Trichoderma* spp.' nin ayrı ayrı ve birlikte kullanımının kök kolonizasyonu, kök ağırlığı ve verim arasındaki ilişkiyi belirlemek için çalışma yapılmıştır. *Trichoderma* spp., dikimden 7 gün önce damla sulama ve daldırma yoluyla toprağa  $10^8$  konidi/m<sup>2</sup> yoğunlukta uygulanmış ve çilek fideleri dikimden önce  $10^6$  konidi/ml yoğunlukta *Trichoderma* spp. süspansiyonuna daldırılmıştır. Solarizasyonun *Trichoderma* spp. uygulamaları ile kombinasyonu, *Trichoderma* spp. toprak popülasyonlarını tek başına solarizasyon uygulamasına göre önemli ölçüde artırmıştır. *Trichoderma* spp. uygulamaları toprakta *Trichoderma* spp. popülasyonu, kök kolonizasyonu ve kök ağırlığını artırmış ve çilek verimi 2. yılda %84.9 ve 3. yılda %17.6 oranında artmıştır. *Trichoderma* spp. toprak popülasyonları ile çilek verimi ve kök kolonizasyonu arasında pozitif korelasyon gözlenmiştir (Porras vd. 2007).

Card vd. (2009), Yeni Zelanda'da yaptığı çalışmada, çilekte meyve çürüklüğü etmeni *Botrytis cinerea*'ya karşı biyolojik mücadelede *T. atroviride* LU132 izolatının, kontrol uygulamasına kıyasla *B. cinerea* lezyon gelişimini inhibe edebildiği ve sporlanmayı önemli ölçüde azalttığını bulmuştur. *Trichoderma atroviride* LU132 izolatının, 2 yıllık bir süre boyunca tarla koşullarında, üç farklı çilek çeşidinde, fenhexamid ilacına benzer

düzeyde hastalık kontrolü sağlayarak yapraklarda ve çiçek kısımlarında *B. cinerea* sporulasyonunu önemli ölçüde baskılayabildiğini bildirmiştir.

Anees vd. (2010), *R. solani*' ye karşı antagonistik *Trichoderma* spp. izolatlarının karakterizasyonu konusunda yaptıkları çalışmada farklı izolatların farklı antagonistik etki mekanizmalarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. En yüksek antagonistik etki gösteren T30 izolatını *T. gamsii* olarak teşhis etmişlerdir. *R. solani*' ye karşı farklı koşullarda hastalık azaltma yeteneğine sahip etkili antagonist olarak *T. gamsii* ilk defa bu çalışma ile rapor edilmiştir. Tarlada hastalıklı bölgelerden toplanan *T. gamsii* izolatlarının sağlıklı bölgelerden toplanan *T. gamsii* izolatlarına göre daha iyi antagonist olduklarını bildirmişlerdir.

Erzurum' da yapılan bir çalışmada, çilek bitkilerinden yapılmış izolasyon çalışması sonunda 52 adet *Trichoderma* spp. izolatu elde edilmiştir. İzolatların 28 tanesi *T. harzianum*, 15 tanesi *T. virens*, 5 tanesi *T. asperellum* ve 4 tanesinde *T. rossicum* olarak 4 farklı tür tespit edilmiştir. *Rhizoctonia* spp.' ye karşı yapılan in vivo testlerine göre en etkili *T. harzianum* bulunurken *T. virens* ve *T. asperellum* ' un orta derecede etkili olduğu, *T. rossicum* 'un az etkili olduğu bildirilmiştir (Demirer Durak, 2011).

Abd-El-Kareem vd. (2019), Mısır'da *T. harzianum*, *T. virinis*, *T. viride* ve *T. koningii*' nin yerel izolatlarının çilek siyah kök çürüklüğü hastalığı patojenleri *R. solani*, *F. solani*, ve *Pythium* sp.'a karşı etkinliğini araştırmışlardır. *T. viride*, *T. harzianum* ve *T. koningii* test edilen tüm patojenler için büyüme alanını %90.6'dan fazla azaltırken, tarla koşullarında hastalık oranı ve şiddetini önemli ölçüde azaltmıştır. Hastalık oranı ve şiddetinde en yüksek azalma sırasıyla %83.3 ve %88.5 ile dört türün karışımı ile elde edilmiştir. Bu karışım çileğin yaş ağırlığını %83.3 kuru ağırlığını %176.9, verimini ise %117.1 artırmıştır. Test edilen tüm *Trichoderma* spp. karışımları çilek bitkisinin bitki savunmasıyla ilgili olan peroksidaz ve kitinaz enzim aktivitesinde sırasıyla %150 ve %160.9 oranında artış elde etmiştir.

*Trichoderma* spp. bitki gelişimini etkileyen birkaç biyolojik aktiviteye sahip ikincil metabolitler üretmektedir. Harzianik asit (HA), hidrofobin 1 (HYTLO1) ve 6-pentil- $\alpha$ -

pironun (6PP) gibi *Trichoderma* biyoaktif metabolitlerinin çilek bitkilerinin verim, meyve kalitesi ve protein gösterimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 6PP ve HA metabolitlerinin kontrole kıyasla bitki verimini ve meyve sayısını artırırken, hidrofobin 1' in köklerin büyümesini, askorbik asit ile siyanidin 3-O glukozit birikimini ve kırmızı olgun meyvelerde toplam çözünür kuru madde içeriğini %19 artırdığı bildirilmiştir (Lombardi vd. 2020a).

Lombardi vd. (2020b) *Trichoderma* spp. uygulamalarının çilekte meyvelerin üretkenliği, metabolitleri ve proteinler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada üç *Trichoderma* spp. izolatu (T22, TH1 ve GV41) uygulamıştır. *Trichoderma* spp. uygulamalarının bitki büyümesini uyardığı, çilek meyve verimini artırdığı ve kırmızı olgun meyvelerde antosiyaninler ile diğer antioksidanların seçici birikimini desteklediği tespit edilmiştir.

Morales-Mora vd. (2020) Meksika'da ticari çilek üretim alanlarındaki fungal patojenlerin belirlenmesi ve *T. harzianum* T-H4 izolatının in vitroda antagonistik kapasitesinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada çilek köklerinde *Rhizoctonia* sp. ve *Fusarium* sp., yaprak ve yaprak sapında *Curvularia* sp., *Pestalotiopsis* sp. ve *Alternaria* sp., meyvelerde ise *Colletotrichum* sp., *A. niger* ve *R. stolonifer* tespit etmişlerdir. *T. harzianum* T-H4 izolatının, *Rhizoctonia* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp. ve *Curvularia* sp. için uygun bir antagonistik seviye sergilediğini bulmuşlardır.

Aydın ilinde, çilek üretim alanlarından elde edilen *Trichoderma* spp.' nin çilek kömür çürüklüğü etmeni *M. phaseolina*' ya karşı etkinliğini belirlemek için Korkom ve Yıldız (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, antagonistik etki ikili kültür testleri ile belirlenmiştir. Çilek alanlarından 16 adet *T. harzianum* (Thr) ve üç adet *T. virens* (Tvr) izolatu izole edilmiştir. Tvr4 izolatu ikili kültür testinde *M. phaseolina*' nın misel büyümesini %66.4 oranında engelleyerek yüksek bir performans göstermiştir. Thr15 ve Tvr4 izolatlarının uçucu organik bileşiklerinin antifungal aktivitesinde, *M. phaseolina* tarafından üretilen mikrosklerotları sırasıyla %80.55 ve %73 oranında baskılanmıştır.

Sekmen Çetinel vd. (2021) çilekte yaptıkları çalışmada *T. citrinoviride*' nin tuz stresi ve *R. solani* enfeksiyonuna etkisini araştırdıkları çalışmada *T. citrinoviride* uygulanmış bitkilere, tuzluluk, *R. solani*, tuzluluk ve *R. solani* kombinasyonlarını uygulamışlardır. *T. citrinoviride*, tuzluluk ve *R. solani* enfeksiyonuna karşı rekabet kabiliyetini geliştirmiştir. *T. citrinoviride* patojen *R. solani*' nin büyümesini %79 oranında engellemiş ve yapraklarda hastalık şiddetini %63 oranında azaltmıştır. Çilekte tuz stresi ve *R. solani* enfeksiyonunun olumsuz etkisini hafifletmede *T. citrinoviride*' nin etkili potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çin'de Qingdao bölgesinde Hu vd. (2022), çilekte siyah kök çürüklüğü etmeni *R. solani*' ye karşı üç adet *T. harzianum* (T2, T4 ve T5) ve iki adet *T. atroviride* (T1 ve T3) izolatının in vitroda antagonistik aktivitesi ve stratejisini araştırmışlardır. Tüm antagonistlerin iyi derecede proteaz, selüloz, kitinaz ve glukanaz üretme yeteneğine sahip oldukları görülmüştür. *R. solani*' nin mikoparazitleri olarak T2 ve T5 yüksek miktarda ürettikleri  $\beta$ -1,3-glukanaz, kitinaz ve proteaz ile hücre duvarının bozulmasına neden olmuştur. Sonuçta beş *Trichoderma* spp. izolatının in vitroda *R. solani*' yi önemli ölçüde engellediği ve patojene karşı farklı stratejiler paylaştığı görülmüştür.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Elde Edilmesi, Saklanması ve Teşhisi

Çalışmada kullanılan *Rhizoctonia* spp. izolatlarının toplanması için Türkiye’ de çilek üretiminde önemli yere sahip Mersin, Konya ve Bursa illerinde 2020 yılı üretim sezonunda surveyler yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Hastalıklı çilek bitkilerinin ve toprak örneklerinin toplanması için survey yapılan iller ve alınan örnek sayıları (n).

Çilek bahçelerinde her 5 dekarlık alan bir örnek yeri olmak üzere, bitkilerin yaprak ve saplarında sararma, kahverengileşme, kuruma gibi hastalık belirtisi görülen köklü bitki örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2). Bitki örnekleri kağıt torbalara konularak buz kutusunda taşınmıştır. Bitki örnekleri alındığı gün +4 °C sıcaklıkta soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Sürvey yapılan illerde örnek alanlarının koordinatları GeoTracker uygulaması ile belirlenerek kayıt edilmiştir. Bu kapsamda survey yapılan il/ilçe/köy bilgileri Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Bitki kökleri musluk suyu altında yıkanarak toprakları temizlendikten sonra kök ve kök boğazı kısımlarından hastalıklı ve sağlam dokuları içerecek şekilde 0,5-1 cm.

uzunluğunda parçalar kesilerek %1'lik NaOCI içinde 2 dk. bekletildikten sonra 2 defa steril saf suda yıkanarak yüzeysel dezenfeksiyon yapılarak steril kurutma kağıdında kurutulmuştur. Daha sonra kök parçaları antibiyotikli (50 mg/l Streptomycin sülfat) %1.5' luk su agar (SA; Merck Darmstadt, Germany) ortamı bulunan Petri kaplarına 5' er adet yerleştirilmiş ve 25°C' de 3-5 gün karanlıkta inkubatörde geliştirilmiştir. Gelişen hifler ışık mikroskobu (Leica DM1000, Wetzlar, Germany) altında incelenerek (Şekil 3.3), kamera (Leica DFC280) ile görüntülenmiş ve *Rhizoctonia* spp.'nin genel özelliklerini gösteren kolonilerin hif uçları patates dekstrozu agar (PDA; Merck Darmstadt, Germany) ortamı içeren Petri kaplarına aktarılmış ve 25°C' de 3-5 gün karanlık koşullarda inkubatörde (Panasonic MIR-554-PE) geliştirildikten sonra steril kurutma kağıtlarında ve kavuzlu yulaf tohumlarında -20 °C' de dondurucuda (Angelantoni Scientifica-GSED2604, Perugia, Italy) muhafaza edilmiştir. *Rhizoctonia* spp. izolatları çekirdek boyaması yapılarak çok çekirdekli (MN) ve iki çekirdekli (BN) olanlar belirlenmiştir. Bu amaçla, % 95'lik etil alkole batırılmış ve yakılarak steril edilmiş lamellerin %0.5' lik agar içeren yumuşak PDA ortamına daldırılarak %1.5 agar içeren su agarı ortamına yerleştirilmesi ile lamelli su agarı ortamı hazırlanmıştır. İzolatlar geliştikten sonra lam üzerine bir damla %0.5' lik Safranin O çözeltisi damlatıldıktan sonra lamelli su agarı ortamından alınan lamel ışık mikroskopunda çekirdek sayıları ve tipik özellikleri bakımından incelenmiştir (Sneh vd. 1996).



Şekil 3.2 Çilek kök çürüklüğü hastalığının bitki kök ve yapraklarında oluşturduğu hastalık belirtileri



Şekil 3.3 Işık mikroskopunda *Rhizoctonia* sp. misel görüntüsü

Çizelge 3.1 Survey yapılan iller ve örnek bilgileri

| Sıra | İl     | İlçe    | Köy/Mah.              | Enlem    | Boylam   |
|------|--------|---------|-----------------------|----------|----------|
| 1    | Mersin | Silifke | Atakent-Kapızlı       | 362343.8 | 340325.3 |
| 2    | Mersin | Silifke | Atakent-Kapızlı       | 362342.2 | 340325.6 |
| 3    | Mersin | Silifke | Atakent-Kapızlı       | 362350.5 | 340345.6 |
| 4    | Mersin | Silifke | Atakent-Kapızlı       | 362344.2 | 340351.3 |
| 5    | Mersin | Silifke | Atakent-Kapızlı       | 362351.9 | 340350.7 |
| 6    | Mersin | Silifke | Atakent-Seracılar sk. | 362345.6 | 340343.7 |
| 7    | Mersin | Silifke | Atakent-Seracılar sk. | 362342.1 | 340345.2 |
| 8    | Mersin | Silifke | Atakent-Seracılar sk. | 362340.7 | 340341.7 |
| 9    | Mersin | Silifke | Atakent-Karadedeli    | 362324.6 | 340342.1 |
| 10   | Mersin | Silifke | Gaziçiftliği          | 362220.4 | 340320.8 |
| 11   | Mersin | Silifke | Gaziçiftliği          | 362154.5 | 340340.2 |
| 12   | Mersin | Silifke | Gaziçiftliği          | 362200.9 | 340340.9 |
| 13   | Mersin | Silifke | Gaziçiftliği          | 362231.4 | 340254.8 |
| 14   | Mersin | Silifke | Gaziçiftliği          | 362239.4 | 340226.7 |
| 15   | Mersin | Silifke | Aşağı kanal Cd.       | 362244.3 | 340044.1 |
| 16   | Mersin | Silifke | Aşağı kanal Cd.       | 362240.5 | 340040.9 |
| 17   | Mersin | Silifke | Aşağı kanal Cd.       | 362243.2 | 340041.2 |
| 18   | Mersin | Silifke | Aşağı kanal Cd.       | 362242.7 | 340042.8 |
| 19   | Mersin | Silifke | Aşağı kanal Cd.       | 362241.6 | 340027.7 |
| 20   | Mersin | Silifke | Göksu Cd.             | 362232.4 | 335958.4 |
| 21   | Mersin | Silifke | Göksu Cd.             | 362234.5 | 340003.2 |
| 22   | Mersin | Silifke | Göksu Cd.             | 362230.6 | 340003.2 |
| 23   | Mersin | Silifke | Arife hanım sk.       | 362219.2 | 340016.5 |
| 24   | Mersin | Silifke | Arife hanım sk.       | 362214.5 | 340011.4 |
| 25   | Mersin | Silifke | Arife hanım sk.       | 362214.4 | 340015.6 |
| 26   | Mersin | Silifke | Arife hanım sk.       | 362227.1 | 340025.8 |
| 27   | Mersin | Silifke | Arife hanım sk.       | 362229.5 | 340104.3 |
| 28   | Mersin | Silifke | Atayurt Doğancı cd.   | 362249.1 | 340050.7 |
| 29   | Mersin | Silifke | Arkum                 | 362029.3 | 340337.1 |
| 30   | Mersin | Silifke | Arkum                 | 362031.1 | 340341.8 |
| 31   | Mersin | Silifke | Arkum                 | 362059.1 | 340243.8 |
| 32   | Mersin | Silifke | Arkum                 | 362102.1 | 340159.9 |
| 33   | Mersin | Silifke | Arkum                 | 362053.8 | 340204.4 |
| 34   | Mersin | Silifke | Sökün                 | 362031.6 | 340129.7 |
| 35   | Mersin | Silifke | Sökün                 | 362046.1 | 340054.2 |
| 36   | Mersin | Silifke | Sökün                 | 362039.9 | 340047.7 |
| 37   | Mersin | Silifke | Sökün                 | 362053.9 | 340017.5 |
| 38   | Mersin | Silifke | Sökün                 | 362057.3 | 340016.4 |

Çizelge 3.1 Survey yapılan iller ve örnek bilgiler (devam)

| Sıra | İl     | İlçe      | Köy/Mah.           | Enlem    | Boylam   |
|------|--------|-----------|--------------------|----------|----------|
| 39   | Mersin | Silifke   | Bahçeköy           | 362115,2 | 335950,8 |
| 40   | Mersin | Silifke   | Atik               | 362206,3 | 335742,1 |
| 41   | Mersin | Silifke   | Atik               | 362203,4 | 335742,7 |
| 42   | Mersin | Silifke   | Atik               | 362157,5 | 335718,3 |
| 43   | Mersin | Silifke   | Atik               | 362153,4 | 335719,2 |
| 44   | Mersin | Silifke   | Ulugöz             | 362051,5 | 335729,9 |
| 45   | Mersin | Silifke   | Ulugöz             | 362050,1 | 335732,2 |
| 46   | Mersin | Anamur    | Çarıklar           | 360618,1 | 325230,6 |
| 47   | Mersin | Anamur    | Çarıklar           | 360619,1 | 325232,2 |
| 48   | Mersin | Anamur    | Çarıklar           | 360925,5 | 325416,4 |
| 49   | Mersin | Anamur    | Çarıklar           | 360924,5 | 325418,3 |
| 50   | Mersin | Anamur    | Ormancık Ermenek y | 361012,4 | 325303,2 |
| 51   | Mersin | Anamur    | Ormancık Ermenek y | 361011,5 | 325302,1 |
| 52   | Mersin | Anamur    | Ormancık Ermenek y | 360952,5 | 325244,4 |
| 53   | Mersin | Anamur    | Ermenek yolu       | 360956,4 | 325223,5 |
| 54   | Mersin | Anamur    | Ermenek yolu       | 360959,5 | 325219,1 |
| 55   | Mersin | Anamur    | Karalarbahşiş      | 360853,9 | 325155,7 |
| 56   | Mersin | Anamur    | Malaklar           | 360808,5 | 325141,6 |
| 57   | Mersin | Anamur    | Malaklar           | 360749,5 | 325114,5 |
| 58   | Mersin | Anamur    | Kardışlen          | 360633,2 | 325109,9 |
| 59   | Mersin | Anamur    | Köprübaşı          | 360616,5 | 325104,8 |
| 60   | Mersin | Anamur    | Çeltikçi           | 360524,1 | 325059,1 |
| 61   | Mersin | Anamur    | Çeltikçi           | 360524,1 | 325056,6 |
| 62   | Mersin | Anamur    | Kalınören mh.      | 360435,9 | 324858,8 |
| 63   | Mersin | Anamur    | Kalınören mh.      | 360432,6 | 324857,3 |
| 64   | Mersin | Anamur    | Emirşah            | 360500,8 | 324753,5 |
| 65   | Mersin | Anamur    | Emirşah            | 360459,3 | 324752,7 |
| 66   | Mersin | Anamur    | Kalınören mh.      | 360426,7 | 324837,8 |
| 67   | Mersin | Anamur    | Ören mh.           | 360334,6 | 324807,6 |
| 68   | Mersin | Anamur    | Ören mh.           | 360255,1 | 324656,2 |
| 69   | Mersin | Anamur    | Ören mh.           | 360257,1 | 324656,6 |
| 70   | Mersin | Anamur    | Ören mh.           | 360305,5 | 324901,1 |
| 71   | Mersin | Anamur    | Ören mh.           | 360304,8 | 324905,5 |
| 72   | Bursa  | Keles     | Delice             | 395926,2 | 291151,8 |
| 73   | Bursa  | Osmangazi | Küçükdeliller      | 395932,6 | 291149,2 |
| 74   | Bursa  | Osmangazi | Küçükdeliller      | 395931,9 | 291148,2 |
| 75   | Bursa  | Osmangazi | Büyükdeliller      | 395916,9 | 291107,2 |

Çizelge 3.1 Survey yapılan iller ve örnek bilgiler (devam)

| Sıra | İl    | İlçe       | Köy/Mah.      | Enlem    | Boylam   |
|------|-------|------------|---------------|----------|----------|
| 76   | Bursa | Osmangazi  | Büyükdeliller | 395918,5 | 291110,3 |
| 77   | Bursa | Keles      | Delice        | 395747,1 | 291041,9 |
| 78   | Bursa | Keles      | Delice        | 395747,8 | 291040,6 |
| 79   | Bursa | Keles      | Delice        | 395747,6 | 291040,3 |
| 80   | Bursa | Keles      | Delice        | 395743,5 | 291051,3 |
| 81   | Bursa | Keles      | Delice        | 395743,1 | 291054,7 |
| 82   | Bursa | Keles      | Gököz         | 395633,2 | 291232,7 |
| 83   | Bursa | Keles      | Epçeler       | 400051,9 | 291358,5 |
| 84   | Bursa | Keles      | Epçeler       | 400053,8 | 291431,9 |
| 85   | Bursa | Keles      | Epçeler       | 400055,8 | 291432,7 |
| 86   | Bursa | Keles      | Epçeler       | 400030,6 | 291329,3 |
| 87   | Bursa | Osmangazi  | Çaybaşı       | 400155,7 | 290530,1 |
| 88   | Bursa | Osmangazi  | Çaybaşı       | 400157,3 | 290531,1 |
| 89   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395848,9 | 290225,4 |
| 90   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395846,4 | 290224,2 |
| 91   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395844,2 | 290221,1 |
| 92   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395827,8 | 290201,7 |
| 93   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395827,5 | 290158,9 |
| 94   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395830,1 | 290200,7 |
| 95   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395828,2 | 290155,2 |
| 96   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395933,6 | 290222,7 |
| 97   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395931,1 | 290222,9 |
| 98   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395936,6 | 290212,9 |
| 99   | Bursa | Orhaneli   | Göynükbelen   | 395936,8 | 290215,2 |
| 100  | Bursa | Küçükorhan | Küçükorhan    | 394752,5 | 290159,1 |
| 101  | Bursa | Küçükorhan | Küçükorhan    | 394754,7 | 290201,4 |
| 102  | Bursa | Küçükorhan | Küçükorhan    | 394747,9 | 290153,8 |
| 103  | Bursa | Küçükorhan | Küçükorhan    | 394750,3 | 290153,9 |
| 104  | Bursa | Küçükorhan | Küçükorhan    | 394813,7 | 290202,5 |
| 105  | Bursa | Küçükorhan | Küçükorhan    | 394813,8 | 290205,3 |
| 106  | Bursa | Büyükorhan | Büyükorhan    | 394630,3 | 285345,7 |
| 107  | Bursa | Büyükorhan | Büyükorhan    | 394640,2 | 285350,8 |
| 108  | Bursa | Büyükorhan | Büyükorhan    | 394645,1 | 285332,6 |
| 109  | Bursa | Büyükorhan | Büyükorhan    | 394704,1 | 285358,1 |
| 110  | Bursa | Büyükorhan | Demirci       | 394807,2 | 290032,3 |
| 111  | Bursa | Büyükorhan | Demirci       | 394742,1 | 290105,7 |
| 112  | Bursa | Büyükorhan | Demirci       | 394742,8 | 290106,5 |

Çizelge 3.1 Survey yapılan iller ve örnek bilgiler (devam)

| Sıra | İl    | İlçe    | Köy/Mah.     | Enlem    | Boylam   |
|------|-------|---------|--------------|----------|----------|
| 113  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400116,6 | 294027,7 |
| 114  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400115,3 | 294027,7 |
| 115  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400115,9 | 294028,4 |
| 116  | Bursa | İnegöl  | Özlüce       | 400102,5 | 294021,1 |
| 117  | Bursa | İnegöl  | Özlüce       | 400106,1 | 294021,3 |
| 118  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400127,3 | 294026,4 |
| 119  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400205,3 | 294102,1 |
| 120  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400205,8 | 294100,7 |
| 121  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400247,5 | 293732,9 |
| 122  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400243,8 | 293733,1 |
| 123  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400234,1 | 293718,9 |
| 124  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400232,2 | 293717,7 |
| 125  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400240,7 | 293643,3 |
| 126  | Bursa | İnegöl  | Kurşunlu     | 400241,1 | 293647,1 |
| 127  | Bursa | İnegöl  | Eymir        | 400251,5 | 293754,2 |
| 128  | Bursa | İnegöl  | Eymir        | 400251,2 | 293747,8 |
| 129  | Bursa | İnegöl  | Küçükyenice  | 400238,2 | 293833,4 |
| 130  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381619,2 | 313233,1 |
| 131  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381545,2 | 313306,9 |
| 132  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381543,3 | 313306,1 |
| 133  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381556,1 | 313246,2 |
| 134  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381535,2 | 313235,6 |
| 135  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381536,4 | 313243,8 |
| 136  | Konya | Akşehir | Çakıllar     | 381538,5 | 313247,3 |
| 137  | Konya | Akşehir | Yaylabeleden | 381408,3 | 313346,1 |
| 138  | Konya | Akşehir | Yaylabeleden | 381443,6 | 313354,3 |
| 139  | Konya | Akşehir | Yaylabeleden | 381449,9 | 313352,8 |
| 140  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375658,9 | 313321,1 |
| 141  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375656,9 | 313325,3 |
| 142  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375651,1 | 313323,4 |
| 143  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375652,7 | 313320,1 |
| 144  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375708,4 | 313313,9 |
| 145  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375726,3 | 313323,1 |
| 146  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375733,8 | 313256,8 |
| 147  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375746,1 | 313239,8 |
| 148  | Konya | Hüyük   | Çavuş        | 375743,1 | 313243,4 |
| 149  | Konya | Hüyük   | Göçeri       | 375750,8 | 313110,1 |

Çizelge 3.1 Survey yapılan iller ve örnek bilgiler (devam)

| Sıra | İl    | İlçe       | Köy/Mah.        | Enlem    | Boylam   |
|------|-------|------------|-----------------|----------|----------|
| 150  | Konya | Hüyük      | Göçeri          | 375808,2 | 313133,2 |
| 151  | Konya | Hüyük      | Göçeri          | 375809,7 | 313131,4 |
| 152  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375737,2 | 313614,1 |
| 153  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375737,7 | 313611,1 |
| 154  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375744,8 | 313622,1 |
| 155  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375747,1 | 313623,4 |
| 156  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375754,9 | 313634,4 |
| 157  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375755,6 | 313636,7 |
| 158  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375809,3 | 313656,2 |
| 159  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375810,7 | 313701,1 |
| 160  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375829,7 | 313713,3 |
| 161  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375830,1 | 313714,6 |
| 162  | Konya | Hüyük      | Suludere        | 375829,1 | 313712,6 |
| 163  | Konya | Hüyük      | Değirmenaltı    | 375815,8 | 313415,1 |
| 164  | Konya | Hüyük      | İlmen           | 375844,5 | 313434,5 |
| 165  | Konya | Hüyük      | İlmen           | 375844,1 | 313422,7 |
| 166  | Konya | Hüyük      | Mutlu           | 375705,8 | 313616,4 |
| 167  | Konya | Hüyük      | Merkez          | 375635,7 | 313613,4 |
| 168  | Konya | Hüyük      | Doğanhisar Yolu | 380349,6 | 313853,1 |
| 169  | Konya | Doğanhisar | Karaağa         | 381145,6 | 313605,6 |
| 170  | Konya | Doğanhisar | Karaağa         | 381148,2 | 313612,1 |
| 171  | Konya | Doğanhisar | Karaağa         | 381147,9 | 313705,8 |
| 172  | Konya | Doğanhisar | Karaağa         | 381214,1 | 313702,4 |
| 173  | Konya | Doğanhisar | Karaağa         | 381125,9 | 313747,5 |

### 3.1.1 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının geliştirilmesi ve teşhisi

Hif ucu kültürü ile saflaştırılan ve steril kurutma kağıdı ve kavuzlu yulaf tohumunda -20 °C’ de muhafaza edilen *Rhizoctonia* spp. izolatları her 4 ayda bir 6 cm.’ lik PDA ortamı içeren küçük Petri kaplarında tekrar geliştirilerek kültür devamlılığı sağlanmıştır. AG gruplarının moleküler olarak belirlenmesi için ise CTAB esaslı DArT izolasyon-yöntemi kullanılarak (<http://www.diversityarrays.com>) DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. *Rhizoctonia* spp. izolatları PDA ortamı içeren Petri kaplarında 25°C’ de 7 gün karanlıkta inkubatörde geliştirilmiş ve PDA agar yüzeyinden 100 mg civarında miselyum bistiği ile alınarak eppendorf tüpe konulmuştur. Daha sonra herbir örnek 650 µl ekstraksiyon

bufferi (125 mM Tris-HCl pH 8.0, 0.8 M NaCl, 25 mM EDTA pH 8.0, 1% CTAB, 2% PVP-40 (K29-32), 1% sarcosyl, 0.5% sodium disulphite) ile süspanse edilerek kuru blokta 65°C'de 1 saat inkübasyonda tutulmuştur. Oda sıcaklığına soğuduktan sonra üzerine eşit miktarda 650 µl chloroform/isoamyl alkol (24:1) eklenip 20 dk 13000 rpm'de santrifüj yapılmıştır. Üst faz sıvı 450 µl hacimde alınmış ve yeni eppendorf tüpe aktarıldıktan sonra eşit hacimde isopropanol eklenmiştir. Bir saatlik -20 °C'de inkübasyon sonrası 15 dk 13000 rpm'de santrifüj edilmiş ve oluşan DNA pelleti 200 µl %70 ethanol ile yıkandıktan sonra kurutulmuştur. Elde edilen pellet 50-100 µl steril bidestile (d<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O) su ile süspanse edilmiştir. DNA örneklerinin konsantrasyonu spektrofotometrik olarak 260/280 nm dalga boylarında yapılan ölçümle belirlenmiştir. Örnek DNA konsantrasyonları 20 ng/ml olacak şekilde ayarlanmış ve -20°C' de muhafaza edilmiştir.

*Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG gruplarının DNA sekans analizi ile belirlenmesi için izolatların ITS (Internal Transcribed Spacer), bölgesi White vd. (1990) tarafından belirlenen ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') ve ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') primerleri kullanılarak çoğaltılmıştır. PCR reaksiyonları 200 µM dNTPs, 10x reaksiyon bufferi, 0.2 µM primer, 1.5 U *Taq* DNA polymerase (Thermo Fischer Scientific, Waltham, MA, USA), 1.5 mM MgCl<sub>2</sub> ve 20 ng fungal DNA içeren 50 µl' lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir. DNA amplifikasyonu ise 94 °C 5 dk. ilk döngü, 94 °C 1 dk., 56 °C 1 dk, 72 °C 1 dk. 35 döngü ve 72 °C 5 dk. son döngü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinin 5 µl' si, 100 bp DNA markörü (Gene Ruler 100 bp Plus DNA Ladder Thermo Scientific) kullanılarak %1.2' lik agaroz jelde 100 V, 70 dk. elektroforetik olarak ayrılarak kontrol edilmiş ve görüntüleme sistemi (Vilber Lourmat, Marne la Vallée, France) ile görüntülenmiştir. Sekans analizi aynı primerler kullanılarak, hizmet alımı ile BM Laboratuvar Sistemleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sekanslar NCBI (National Center for Biotechnology Information)' de BLAST analizi ile incelenerek referans diziler ile karşılaştırılmıştır. İzolatların ve referansların ITS gen bölgesi baz dizilerine MEGA7 programında ClustalW uygulaması ile çoklu sekans hizalaması yapılmıştır (Kumar vd. 2016). Neighbor-Joining yöntemi ve Kimura 2-parameter modeli kullanılarak bootstrap değeri 1.000 tekrarlı

olacak şekilde filogenetik ağaç oluşturularak izolatlar arasındaki genetik akrabalık belirlenmiştir.

### 3.1.2 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının patojenitesi

Patojenisite testi Yıldız ve Benlioğlu (2013)' nun metodu kullanılarak koparılmış stolonlar üzerinde Petri kaplarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Eskişehir-Sarıcakaya ilçesinde serada topraksız tarım yöntemi ile çilek üretilen bir seradan sağlıklı çilek bitkilerinin stolonları toplanmış ve buz kutusunda +4 °C' de tutularak laboratuvara getirilmiştir. Stolonlar musluk suyunda yıkanmış ve steril sudan geçirilmiştir. Stolonların taze bölümlerinden 7-8 cm uzunlukta parçalar kesildikten sonra ucu, plastik çubuk uçlarına parafilm ile sarılarak bağlanmıştır. Stolonlara yüzey dezenfeksiyonu (%70' lik ethanolde 5 dk.) uygulanmış ve steril suda yıkanarak steril kurutma kağıdında kurutulmuştur. Yüzeysel dezenfeksiyonu yapılmış stolonlar Petri kaplarına her birinde iki adet ve köprü şeklinde yerleştirilmiştir. Stolonların ortasında steril iğne ucu ile her fungus izolatı için eşit olacak şekilde yara açılmış ve 7 günlük *Rhizoctonia* spp.' nin 5 mm'lik agar diskleri ters çevrilerek fungus stolon yüzeyi ile temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. 5 mm'lik steril agar diski kontrol olarak kullanılmıştır. İnokulasyon sonrası Petri kapları parafilm ile sarılarak 24±2 °C'de 16 saat aydınlık/8 saat karanlık şartlardaki inkübatöre yerleştirilmiştir. Patojenite çalışmaları her izolat için her tekrerde 2 adet stolon olmak üzere tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. İnokulasyondan 7 gün sonra lezyon uzunlukları ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.4).

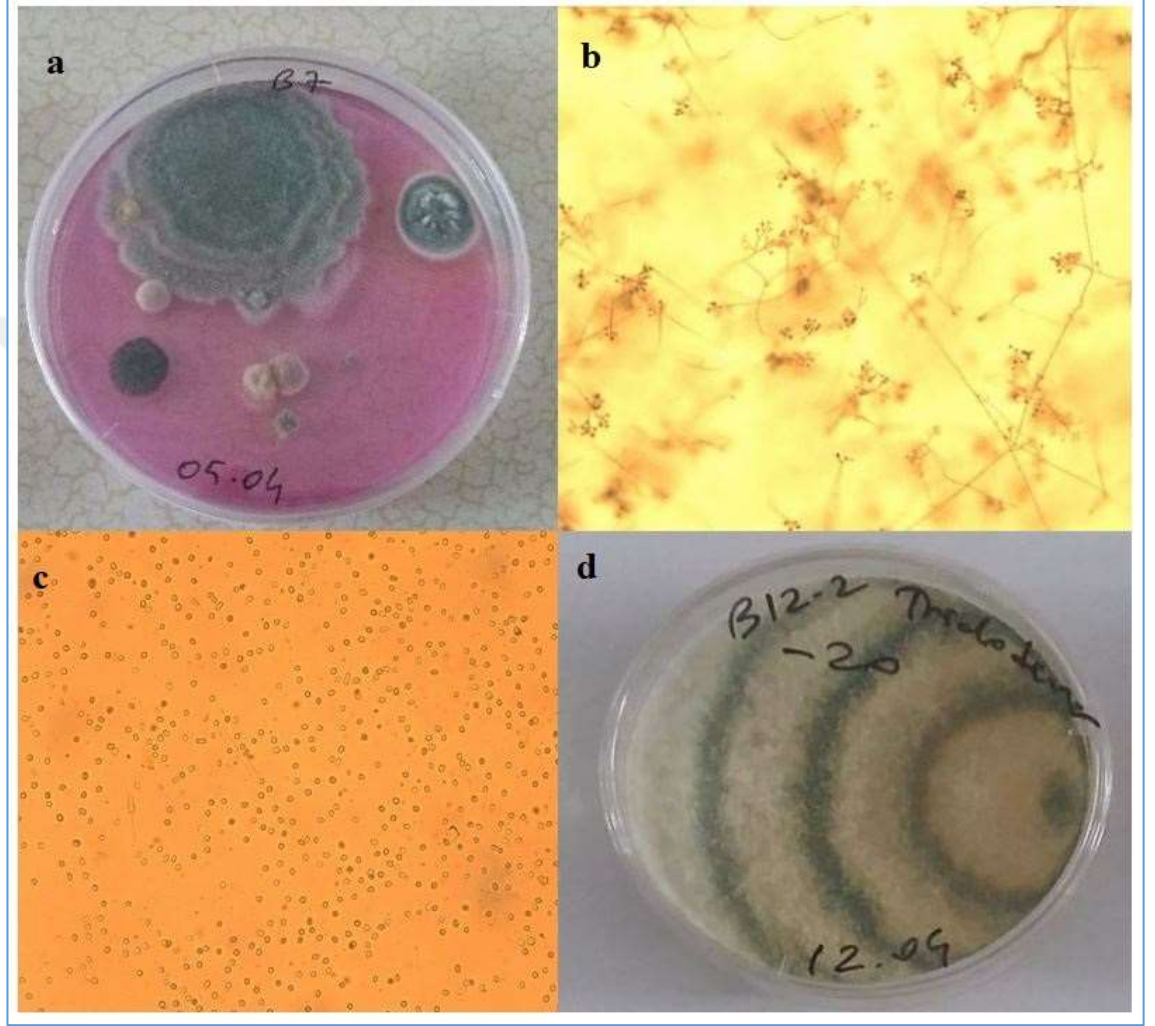


Şekil 3.4 Çilek stolonlarında patojenisite çalışması

### 3.2 *Trichoderma* spp. İzolatlarının Elde Edilmesi, Saklanması ve Teşhisi

Çilek üretim alanlarında sağlıklı bitkilerin rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinden *Trichoderma* spp. izolasyonu yapılmıştır. Bu amaçla toprak örnekleri oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve izolasyon yapılncaya kadar +4 °C' de muhafaza edilmiştir. 10 g toprak örneği 100 ml steril su içinde 30 dk süre ile 80 devir/dk hızda çalkalanmış ve oluşan süspansiyondan 10 ml alınarak 90 ml steril suya aktarılarak  $10^2$  oranında seyreltme hazırlanmış ve 0,2 ml alınarak 9 cm çapında PDA (100 mg/l streptomycin, 300 mg/l chloramphenicol ve 20 mg/l rose bengal eklenmiş) içeren Petri kabına yayıldıktan sonra 24 °C de 2-3 gün inkubasyona bırakılmıştır. Petri kabında gelişen fungal koloniler günlük olarak kontrol edilmiş ve *Trichoderma* spp. benzeri kolonilerin misel ucundan alınarak 6 cm çapında PDA içeren Petri kaplarına aktararak ayrılmıştır. PDA ortamında 3-5 gün gelişen kültürler koloni şekli, rengi, spor rengi, spor verici yapıları gibi morfolojik özellikleri bakımından incelendikten sonra cins düzeyinde *Trichoderma* spp. olarak belirlenmiştir (Gams ve Bisset 2002, Jaklitsch 2009, 2011, Jaklitsch ve Voglmayr 2015). Fungus kolonisi üzerinden konidileri içeren misel parçası steril iğne ucu ile alınarak 10 ml. steril su içeren ependorf tüp içine aktarılmış ve çalkalanarak sporların dağılması sağlanmıştır. Bir damla sporlu su alınarak mikroskopta incelenerek  $10^2$  yoğunlukta olacak şekilde ayarlanıp 100 µl. alınarak su agar içeren Petri kabına dökülmüş ve yüzeye dağılması sağlanmıştır. İnkübatörde 18 saat tutulduktan sonra

mikroskop altında incelenerek çimlenmiş tek konidiler steril iğne ucu ile alınarak PDA içeren Petri kabına aktarılmıştır. Saflaştırılan izolatlar steril edilmiş kurutma kağıtlarında ve %20'lik glycerol içinde spor süspansiyonunda -20 °C' de saklanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 *Trichoderma* spp.' nin rosebengal eklenmiş PDA'da (a) ve tek spor izolasyonu sonrası PDA'da (d) koloni görüntüleri ile ışık mikroskopunda konidiofor ve fialid (b) ile konidi (c) görüntüleri

Bu kapsamda *Trichoderma* spp. izolasyonu amacıyla alınan örnek ve izolat bilgileri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.2 *Trichoderma* spp. izolat bilgileri, alındığı yer ve izolasyon kaynakları

| İzolat No                                                                                                                                            | İl     | İlçe       | Köy/Mahalle     | İzolasyon kaynağı |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|-----------------|-------------------|
| ST1, ST2, ST3                                                                                                                                        | Mersin | Silifke    | Atakent/Kapızlı | toprak            |
| ST4, ST5, ST6, ST7, ST8, ST9                                                                                                                         | Mersin | Silifke    | Gazi çiftliği   | toprak            |
| ST10, ST11, ST12, ST13                                                                                                                               | Mersin | Silifke    | Atayurt/Esenbel | toprak            |
| ST14                                                                                                                                                 | Mersin | Silifke    | Hudede Mah.     | toprak            |
| ST15, ST16, ST17                                                                                                                                     | Mersin | Silifke    | Esenbel/Doğancı | toprak            |
| ST18, ST19                                                                                                                                           | Mersin | Silifke    | Arkun/Gedikağzı | toprak            |
| ST20, ST21, ST22                                                                                                                                     | Mersin | Silifke    | Sökün           | toprak            |
| ST23, ST24, ST25, ST26                                                                                                                               | Mersin | Silifke    | Atık Mah.       | toprak            |
| ST27, ST28                                                                                                                                           | Mersin | Anamur     | Evciler         | toprak            |
| ST29                                                                                                                                                 | Mersin | Anamur     | Malaklar        | toprak            |
| ST30, ST31                                                                                                                                           | Mersin | Anamur     | Kaşdışlen       | toprak            |
| ST32, ST33, ST34                                                                                                                                     | Mersin | Anamur     | Kaşdışlen       | bitki             |
| ST35, ST36                                                                                                                                           | Mersin | Anamur     | Emirşah         | toprak            |
| ST37, ST38, ST39, ST40, ST41, ST42, ST43, ST44, ST45                                                                                                 | Mersin | Anamur     | Kalınören       | toprak            |
| ST46                                                                                                                                                 | Mersin | Anamur     | Kalınören       | bitki             |
| ST47                                                                                                                                                 | Mersin | Anamur     | Ören            | bitki             |
| ST48                                                                                                                                                 | Bursa  | Keles      | Delice          | toprak            |
| ST49, ST50, ST51, ST52, ST53, ST54, ST55, ST56, ST57                                                                                                 | Bursa  | Osmangazi  | Küçükdeliller   | toprak            |
| ST58, ST59, ST60, ST61, ST62, ST63, ST64, ST65, ST66, ST67, ST68, ST69, ST70, ST71, ST72, ST73, ST74, ST75, ST76, ST77, ST78, ST79, ST80, ST81, ST82 | Bursa  | Keles      | Delice          | toprak            |
| ST83, ST84, ST85, ST86, ST87, ST88, ST89, ST90, ST91                                                                                                 | Bursa  | Keles      | Gököz           | toprak            |
| ST92, ST93, ST94, ST95, ST96, ST97                                                                                                                   | Bursa  | Keles      | Epçeler         | toprak            |
| ST98, ST99, ST100, ST101, ST102, ST103, ST104, ST105, ST106, ST107, ST108, ST109, ST110                                                              | Bursa  | Orhaneli   | Göynükbelen     | toprak            |
| ST111, ST112                                                                                                                                         | Bursa  | Küçükorhan | Küçükorhan      | toprak            |
| ST113, ST114, ST115,                                                                                                                                 | Bursa  | Büyükorhan | Büyükorhan      | toprak            |

Çizelge 3.2 *Trichoderma* spp. izolat bilgileri, alındığı yer ve izolasyon kaynakları  
(devam)

| İzolat No                                                                                                                                                                            | İl    | İlçe       | Köy/Mahalle     | İzolasyon kaynağı |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-----------------|-------------------|
| ST116                                                                                                                                                                                | Bursa | Büyükorhan | Büyükorhan      | bitki             |
| ST117                                                                                                                                                                                | Bursa | Büyükorhan | Demirci         | toprak            |
| ST118                                                                                                                                                                                | Bursa | İnegöl     | Kurşunlu        | bitki             |
| ST119, ST120, ST121,<br>ST122, ST123, T124,<br>ST125, ST126, ST127,<br>ST128, ST129                                                                                                  | Bursa | İnegöl     | Kurşunlu        | toprak            |
| ST130, ST131, ST132,<br>ST133, ST134, ST135,<br>ST136, ST137, ST138,<br>ST139, ST140, ST141,<br>ST142, ST143, ST144,<br>ST145, ST146                                                 | Konya | Akşehir    | Çakıllar        | toprak            |
| ST147, ST148, ST149,<br>ST150, ST151, ST152                                                                                                                                          | Konya | Akşehir    | Yaylabeleden    | toprak            |
| ST153, ST154                                                                                                                                                                         | Konya | Hüyük      | Çavuş           | toprak            |
| ST155, ST156, ST157,<br>ST158, ST159, ST160,<br>ST161, ST162, ST163,<br>ST164, ST165, ST166,<br>ST167, ST168, ST169,<br>ST170, ST171, ST172,<br>ST173, ST174, ST175,<br>ST176, ST177 | Konya | Hüyük      | Suludere        | toprak            |
| ST178, ST179, ST180                                                                                                                                                                  | Konya | Hüyük      | İlmen           | toprak            |
| ST181, ST182                                                                                                                                                                         | Konya | Hüyük      | Doğanhisar Yolu | toprak            |
| ST183, ST184, ST185,<br>ST186, ST187                                                                                                                                                 | Konya | Doğanhisar | Karaağa         | toprak            |

### 3.2.1 *Trichoderma* spp. izolatlarının moleküler teşhisi

*Trichoderma* spp. izolatlarının DNA izolasyonu *Rhizoctonia* spp. izolatlarında olduğu gibi aynı yöntemle yapılmıştır. *Trichoderma* spp. tür teşhisi Çizelge 3.3’ de verilen ITS, *tef1* ve *rpb2* gen bölgeleri Cai ve Druzhinina (2021)’ de belirtilen PCR koşullarında küçük değişiklikler yapılarak çoğaltılmıştır (White vd.1990, O'Donnel vd. 1998, Liu vd. 1999). PCR ürünleri aynı primerler kullanılarak hizmet alımı ile sekans analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ITS, *rpb2* ve *tef1* sekansları NCBI veritabanında BLAST

analizi ile incelenmiş ve 3 gen bölgesine ait referans diziler NCBI veri tabanından elde edilmiştir (Çizelge 3.4). İzolatların ve referansların ITS, *tef1* ve *rpb2* gen bölgelerinin baz dizilerine MEGA7 programında ClustalW uygulaması ile çoklu dizi hizalaması yapılmıştır. Neighbor-Joining yöntemi ve Kimura 2-parameter modeli kullanılarak 1.000 tekrarlı bootstrap değeri olacak şekilde filogenetik ağaç oluşturularak genetik akrabalıklar belirlenmiştir.

Benzerlik oranı *rpb2* (%99 ≤), *tef1* (%97≤) ve ITS (%77≤) olduğu zaman tür teşhisi tamamlanmaktadır (Cai ve Druzhinina 2021). Çalışmada morfolojik olarak belirlenmiş grupları temsilen ITS, *rpb2* ve *tef1* gen bölgeleri çalışılmıştır. BLAST analizi ile sonuçların birbirini doğrulaması üzerine, geriye kalan izolatlar *rpb2* (%99 ≤) gen bölgesi çoğaltılarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3 *Trichoderma* spp. teşhisinde kullanılan primerler ve PCR koşulları

| Gen bölgesi | Primer    | Baz çifti              | PCR döngüsü                                                             | Literatür                     |
|-------------|-----------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| ITS         | ITS5      | GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG | 95 °C 3 dk, 95 °C 15 sn, 53 °C 15 sn, 72 °C 1 dk 32 döngü ve 72 °C 5 dk | White vd.1990                 |
|             | ITS4      | TCCTCCGCTTATTGATATGC   |                                                                         |                               |
| <i>rpb2</i> | fRPB2-5f  | GAYGAYMGWGATCAYTTYGG   | 95 °C 3 dk, 95 °C 15 sn, 56 °C 15 sn, 72 °C 1 dk 40 döngü ve 72 °C 5 dk | Liu vd. 1999<br>Reed vd. 2004 |
|             | fRPB2-7cr | CCCATRGCTTGTYRCCCAT    |                                                                         |                               |
| <i>tef1</i> | EF1       | ATGGGTAAGGARGACAAGAC   | 95 °C 3 dk, 95 °C 15 sn, 53 °C 15 sn, 72 °C 1 dk 35 döngü ve 72 °C 5 dk | O'Donnel vd. 1998             |
|             | EF2       | GGARGTACCAGTSATCATGTT  |                                                                         |                               |

Çizelge 3.4 *Trichoderma* spp. türlerinin BLAST analizi için kullanılan *tef1*, *rpb2* ve ITS gen bölgelerine ait referans dizilerin NCBI numaraları

|   | Tür                    | İzolat      | <i>tef1</i> | <i>rpb2</i> | ITS      |
|---|------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 1 | <i>T. arundinaceum</i> | NRRL 3199   | EU338279    | EU338307    | EU330932 |
| 2 | <i>T. arundinaceum</i> | GJS_90-2    | EU338278    | EU338306    | EU330931 |
| 3 | <i>T. atroviride</i>   | CBS 142.95  | AF456891    | EU341801    | AF456917 |
| 4 | <i>T. atroviride</i>   | SB6         | KX538955    | KX538953    | KX538951 |
| 5 | <i>T. hamatum</i>      | DAOM 167057 | AY750893    | AF545548    | Z48816   |
| 6 | <i>T. hamatum</i>      | GJS 04-325  | EU856318    | FJ150783    | EU856293 |
| 7 | <i>T. koningii</i>     | CBS 979.70  | DQ288994    | EU248601    | DQ323410 |
| 8 | <i>T. koningii</i>     | GJS 90-18   | DQ289007    | EU248600    | DQ323409 |

Çizelge 3.4 *Trichoderma* spp. türlerinin BLAST analizi için kullanılan *tef1*, *rpb2* ve ITS gen bölgelerine ait referans dizilerin NCBI numaraları (devam)

|    | Tür                     | İzolat      | <i>tef1</i> | <i>rpb2</i> | ITS      |
|----|-------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 9  | <i>T. koningiopsis</i>  | DAOM 222105 | AY376042    | EU341810    | AY380901 |
| 10 | <i>T. koningiopsis</i>  | DIS 374A    | FJ463288    | FJ442730    | FJ442213 |
| 11 | <i>T. spirale</i>       | DAOM 183974 | AY750890    | AF545553    | DQ083014 |
| 12 | <i>T. spirale</i>       | LESF328     | KT279030    | KT278964    | KT278876 |
| 13 | <i>T. virens</i>        | DIS 162     | FJ463367    | FJ442696    | FJ442669 |
| 14 | <i>T. virens</i>        | GJS 01-287  | AY750894    | EU341804    | DQ083023 |
| 15 | <i>T. harzianum</i>     | GJS 04-70   | FJ463352    | FJ442711    | FJ442674 |
| 16 | <i>T. harzianum</i>     | GP3-1       | OQ026353    | OQ026382    | OQ002325 |
| 17 | <i>T. gamsii</i>        | GJS 04-09   | DQ307541    | JN133561    | DQ315459 |
| 18 | <i>T. gamsii</i>        | GJS 05-111  | DQ841722    | KT028597    | KT028599 |
| 19 | <i>T. citrinoviride</i> | GJS 92-8    | JN175595    | JN175544    | KR812111 |
| 20 | <i>T. citrinoviride</i> | DAOM 139758 | EU338334    | JN175543    | EU330960 |
| 21 | <i>T. afroharzianum</i> | GJS 04-186  | FJ463301    | FJ442691    | FJ442265 |
| 22 | <i>T. afroharzianum</i> | TAS2        | MT069945    | MT069957    | MT041662 |

### 3.3 *Trichoderma* spp. İzolatlarının İkili Kültür Engelleme Testleri

Patojenisite sonuçlarına göre yapılan gruplandırma sonucunda virülensi yüksek ve en yaygın olan binükleat *Rhizoctonia* AG-A grubuna ait SR43 izolatı seçilerek ikili kültür engelleme testlerinde kullanılmıştır. Bu amaçla PDA da bir hafta geliştirilmiş binükleat *Rhizoctonia* AG-A izolatı ile *Trichoderma* spp. izolatlarına ait 5 mm'lik miselyal diskler kullanılmıştır. PDA içeren plastik Petri kabına kenardan 1 cm. içerde olacak şekilde AG-A izolatına ait disk yerleştirilmiş ve karşısına ise *Trichoderma* spp. diski yerleştirilmiştir. Kontrolde ise sadece agar diski yerleştirilerek kültürler 25 °C'de karanlıkta 5 gün geliştirilmiştir (Askew ve Laing, 1994). İnkübasyon sonunda patojen koloni yarı çapı ile antagoniste doğru gelişme yarı çapı ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 3.6). Engelleme testi sonuçları Engelleme oranı (RI) = (R1-R2) x 100/R1 formülü ile hesaplanmıştır (Royse ve Ries 1978).

RI: Engelleme oranı

R1: Patojenin büyüme yarı çapı

R2: Patojenin antagonist yönündeki büyüme yarı çapı

İkili kültür testleri sonucunda engelleme oranlarına varyans analizi uygulanmış izolatlar arasında görülen farklılıkları önem derecelerine göre sıralanmalarını bulmak için Tukey testinden yararlanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler JMP 16 software (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) paket programı yardımıyla yürütülmüştür.



Şekil 3.6 *Trichoderma* spp. izolatlarının binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya karşı engelleme testi

### 3.4 *Trichoderma* spp. İzolatlarının Saksıda Etkinlik Testleri

#### 3.4.1 Binükleat *Rhizoctonia* AG-A inokulumunun hazırlanması

Patojenite testi sonucunda virulent olan ve yaygın anastomosis grubunu temsil eden SR43 numaralı binükleat *Rhizoctonia* AG-A izolatı saksı etkinlik testlerinde kullanılmıştır. İnokulum için kullanılacak buğday tohumları 3 gün arayla 121 °C' de 1 saat sterilize edilmiş ve PDA ortamında geliştirilen patojenden 5 adet 5 mm. disk alınarak buğday tohumlarına eklenerek ve 25 °C' de iki hafta boyunca periyodik olarak karıştırılarak inkubasyona bırakılmıştır (Anees vd. 2010). Yetiştirme ortamı olarak steril torf, her bir bitki için 4 numaralı plastik saksılara konularak *Rhizoctonia* izolatı bulaştırılmış 6-7 adet

buğday tanesi eklenerek üzeri kapatılmış ve bir hafta karanlık şartlarda inkubasyona bırakılmıştır. Kontrol grubuna steril buğday tanesi eklenmiştir.

#### **3.4.2 *Trichoderma* spp.' nin spor süspansiyonunun hazırlanması**

İkili kültür testi sonucunda engelleme oranı %100 olan ve 5 farklı türe ait *Trichoderma* spp. izolatlarından birer adet (*T. gamsii* ST88, *T. spirale* ST48, *T. harzianum* ST39, *T. koningii* ST26 ve *T. atroviride* ST32) seçilmiş ayrıca ticari preperat olarak T22 planter box (*T. harzianum* Rıfai strain T22) karşılaştırma amacıyla saksı denemesinde kullanılmıştır. Bu amaçla PDA da bir hafta geliştirilen *Trichoderma* spp. izolatlarının sporları Thoma lamı ile sayım yapılarak yoğunluğu  $1 \times 10^8$  spor/ml olacak şekilde hazırlanmıştır (Anees vd. 2010).

#### **3.4.3 *Trichoderma* spp.' nin etkinlik denemesinin kurulması**

Topraksız tarım yöntemiyle çilek yetiştiriciliği yapılan üretici bahçesinden elde edilen ve steril torf ortamında köklendirilen Monterey çeşidi çilek fideleri etkinlik denemesinde kullanılmıştır. Çilek fidelerine  $1 \times 10^8$  spor/ml yoğunlukta hazırlanmış *Trichoderma* spp. solüsyonları 5 ml/bitki olacak şekilde kök bölgesine verilmiştir. Kontrol grubuna steril saf su verilmiştir. Bir hafta iklim odasında  $22 \pm 1$  °C' de 12 saat aydınlık/karanlık şartlarda geliştirilmiştir (Fang vd. 2012, Poveda 2021). *Trichoderma* spp. uygulanmış ve bir hafta geliştirilmiş çilek fideleri patojen ile bulaşık plastik saksılara aktarılmış ve  $22(\pm 1)$  °C' de 12 saat aydınlık/karanlık şartlarda 2 ay geliştirilmiştir (Demirer Durak 2011, Fang vd. 2012). Pozitif kontrol grubunda *Trichoderma* uygulanmamış fideler kullanılmıştır. Negatif kontrol grubunda *Rhizoctonia* ve *Trichoderma* uygulanmamıştır. Ayrıca kıyaslama kontrolü olarak ticari bir *Trichoderma* spp. izolatu ile 400 g/100 l fosforoz asit aktif maddeli fungusit uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde her tekerrürde 1 bitki olmak üzere 3 tekerrür olarak kurulmuştur.

#### 3.4.4 *Trichoderma* spp.' nin etkinlik denemesinin değerlendirilmesi

İnkubasyon sonrasında çilek bitkileri musluk suyu altında yıkanarak toprağından temizlendikten sonra tartılarak önce yaş ağırlıkları belirlenmiş, bitki boyları ölçüldükten sonra yeşil aksamı taç bölümünden kesilmiş ve yaş kök ağırlıkları belirlenmiştir. Uygulamalara ait kök kuru ağırlıkları, 50°C’de 48 saat tutulduktan sonra tartılarak belirlenmiştir (Şekil 3.7). Yaş ağırlık değerlendirmesinden sonra bitkilerin köklerinden 0.5 cm parçalar alınarak reizolasyon yapılmıştır.



Şekil 3.7 *Trichoderma* spp. izolatlarının *Rhizoctonia* sp. AG-A’ ya karşı etkinlik testi değerlendirmesi

Uygulamaların hastalığa etkisini değerlendirmede 0-4 skalası (0=bitki ve kökler iyi gelişmiş, hastalık belirtisi yok; 1=yer üstü kısımlarda görünür hiçbir belirti yok, köklerin  $\leq$ %25'i kahverengimsi-siyah renk değişimi; 2=birkaç yaprak sararmış, köklerin %26-50'si kahverengimsi-siyah renk değişimi; 3=birkaç yaprak sararmış, köklerin %51-75'i kahverengimsi-siyah renk değişimi; 4=dış yapraklarda sararma ve ölüm, Köklerin  $\geq$ %75'i kahverengimsi-siyah renk değişimi; (Şekil 3.8) kullanılmıştır (Chen vd 2021). Hastalık

şiddeti Tawsend-Heuberger formülü (Karman 1971), uygulamaların yüzde etkileri ise Abbott formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar varyans analizi ile incelenerek uygulamalar arasındaki farklılıkları bulmak için Tukey testinden yararlanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler JMP 16 software (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA) paket programı yardımıyla yürütülmüştür.

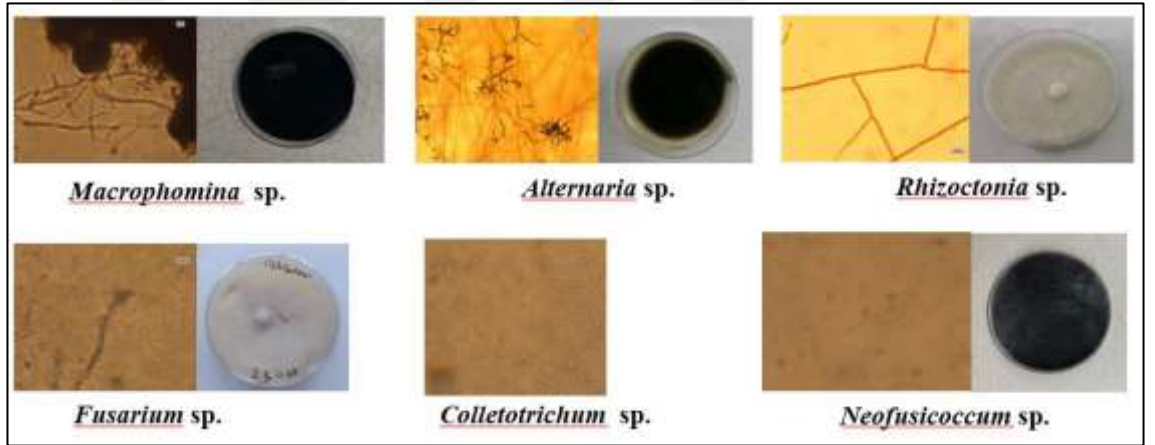


Şekil 3.8 *Trichoderma* spp. izolatlarının binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya etkinlik testi değerlendirmesinde kullanılan 0-4 skalası

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

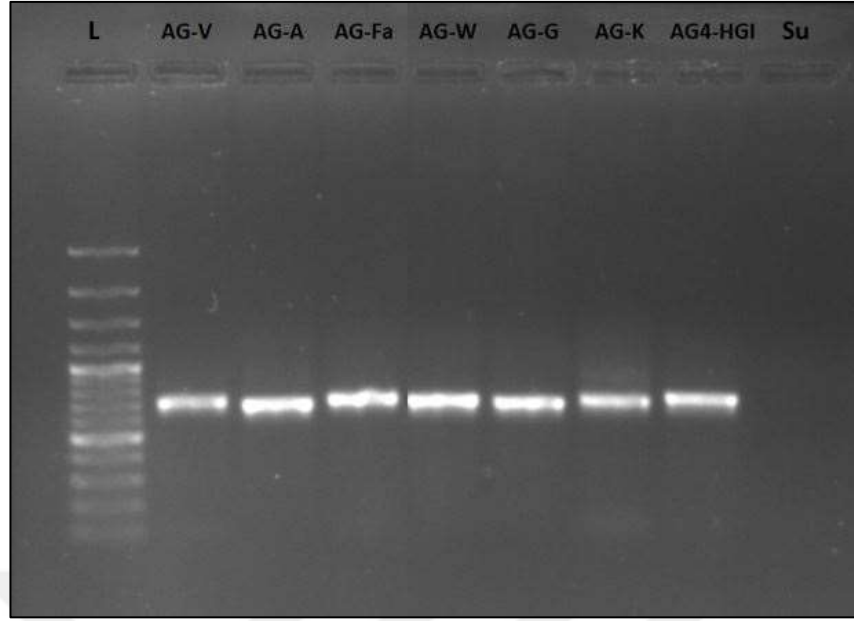
##### 4.1 *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Elde Edilmesi ve Teşhisi

*Rhizoctonia* spp. izolatlarını elde etmek amacıyla çilek üretiminde önemli alana sahip Mersin, Konya ve Bursa illerinde 2020 yılı üretim sezonunda surveyler yapılmıştır. Hastalık belirtisi gösteren bitkilerin kök bölgesinden yapılan izolasyonlar ile 129 adet *Rhizoctonia* spp. ile 9 adet *Trichoderma* spp. izolatu elde edilmiştir. İzolasyon çalışması sırasında, *Macrophomina* sp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Colletotrichum* spp., *Neopestalotiopsis rosae* gibi diğer kök çürüklük etmenleri de izole edilerek steril kurutma kağıdında, -20 °C’ de muhafaza altına alınmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çilek köklerinden yapılan izolasyon sonucu elde edilen bazı funguslar

Morfolojik olarak değerlendirmede *Rhizoctonia* spp. izolatların misellerinde dik açılı dallanma gösterdiği ayrıca çekirdek boyaması ile bu izolatların 3 tanesinin multinükleat, diğer 119 izolatın ise binükleat olduğu belirlenmiştir. *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG gruplarının belirlenmesi için yapılan PCR reaksiyonları sonucunda ise tüm izolatlardan yaklaşık 600-700 bp büyüklüğünde tek bir bant elde edilmiş ve elde edilen ürünler DNA sekans analizi ile incelenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının ITS gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi

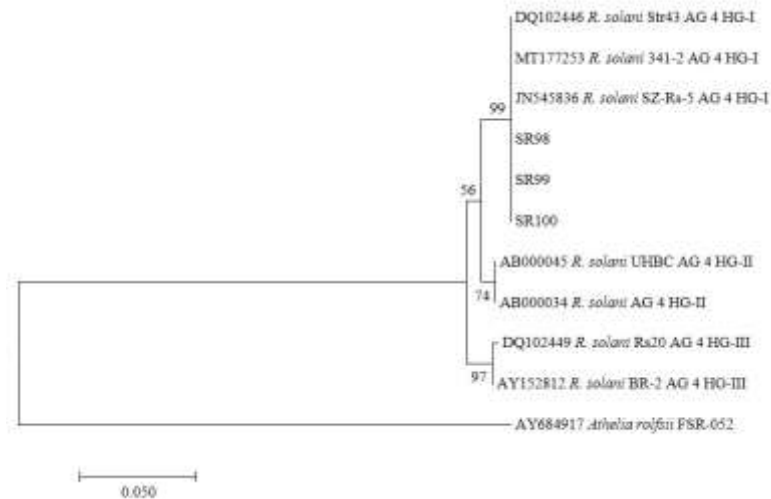
*Rhizoctonia* spp.'ye ait 122 adet izolatın sekans analizi sonucunda 1 adet multi nükleat (Çizelge 4.1, Şekil 4.3, Şekil 4.6), 6 adet binükleat (Şekil 4.4, Şekil 4.7) olmak üzere toplam 7 AG grubuna ayrılmıştır. Multinükleat olarak AG-4 HGI grubuna ait 3 adet izolat elde edilmiştir (Şekil 4.3). Binükleat izolatlar 81 adet AG-A, 20 adet AG-G, 9 adet AG-K, 7 adet AG-Fa ve birer adet AG-V ile AG-W grubu olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.4, Şekil 4.5).

Çizelge 4.1 *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının lokasyonu ve AG grupları

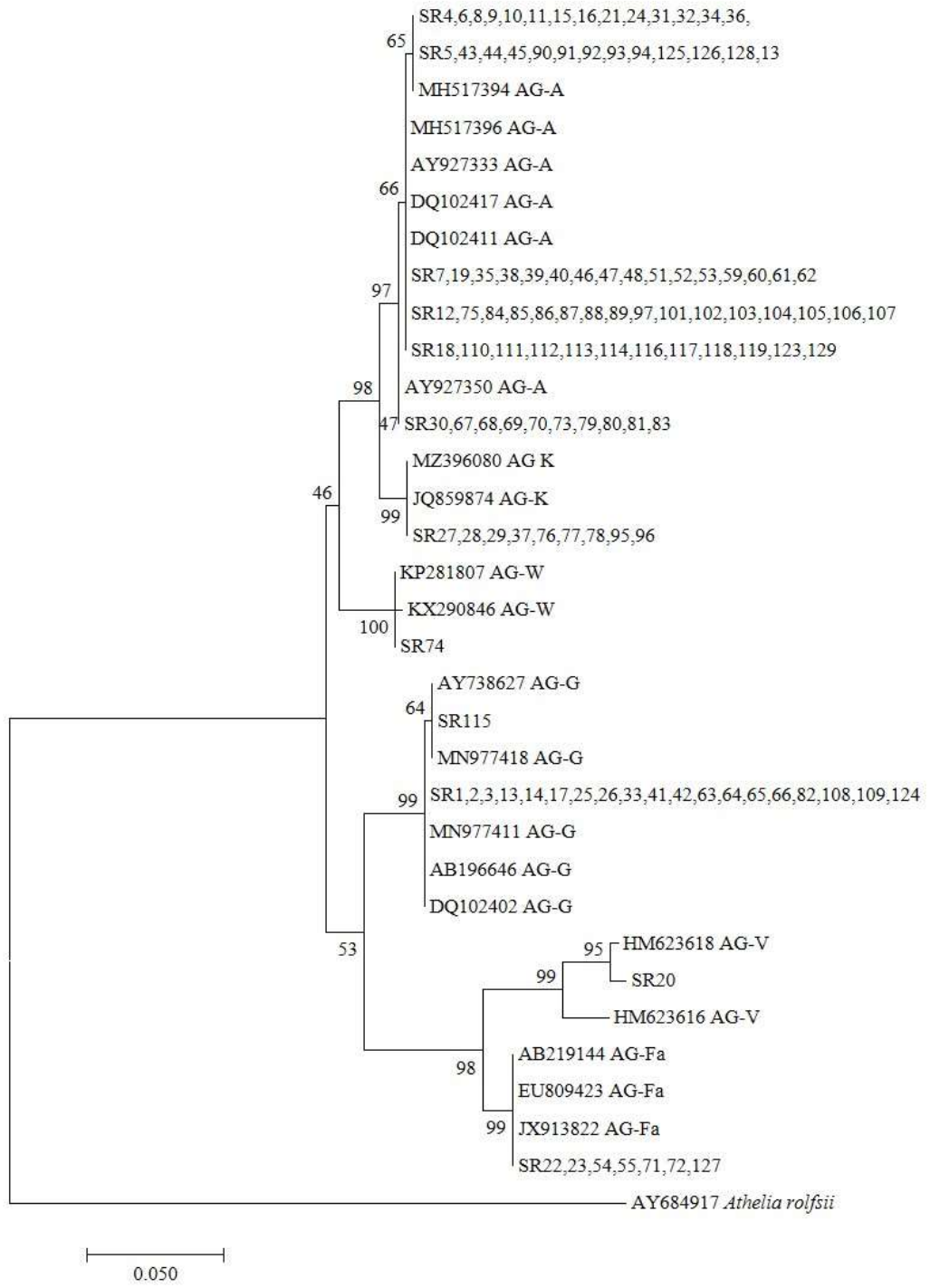
| AG Grup | İzolat No                                                                                                                                                                                                                  | İl     | İlçe     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| AG-A    | SR4, SR5, SR6, SR7, SR8, SR9, SR10, SR11, SR12, SR15, SR16, SR18, SR19, SR21, SR24, SR30, SR31, SR32, SR34, SR35, SR36, SR38, SR39, SR40, SR43, SR44, SR45, SR46, SR47, SR48, SR51, SR52, SR53, SR125, SR126, SR128, SR129 | Mersin | Silifke  |
|         | SR59, SR60, SR61, SR62, SR123, SR131                                                                                                                                                                                       | Mersin | Anamur   |
|         | SR67, SR68, SR69, SR70, SR73, SR75, SR79, SR80, SR81, SR83, SR84, SR85                                                                                                                                                     | Bursa  | Orhaneli |

Çizelge 4.1 *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının lokasyonu ve AG grupları (devam)

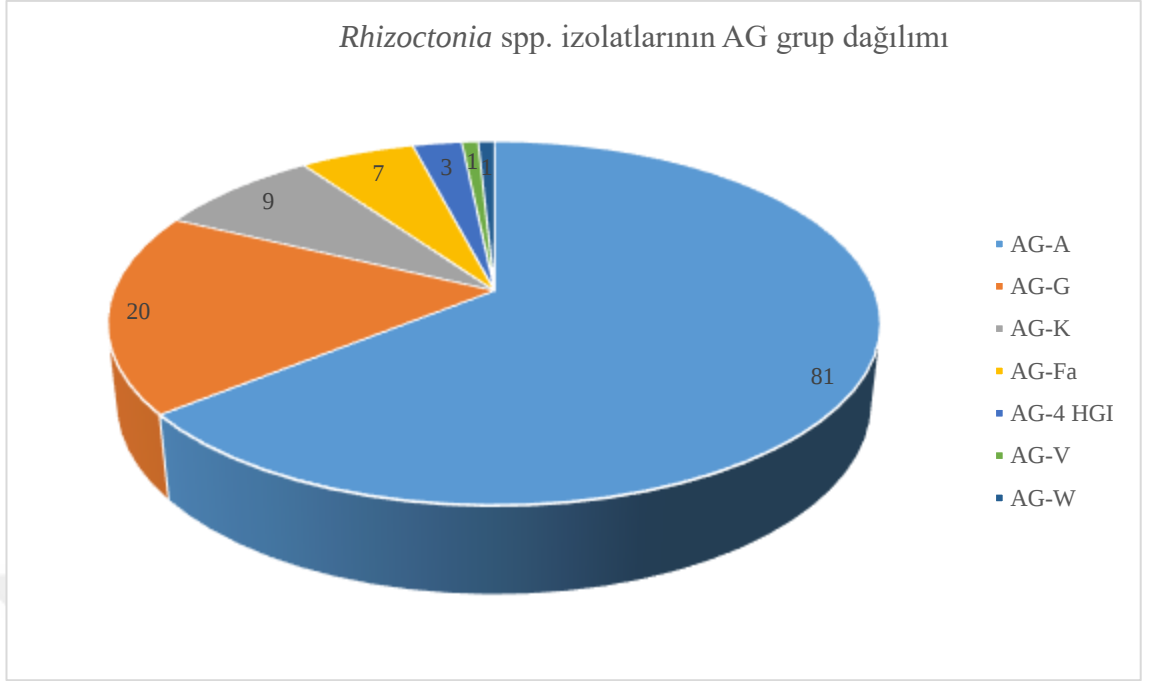
| AG Grup  | İzolat No                                                                          | İl     | İlçe       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|
| AG-A     | SR86, SR87, SR88, SR89, SR90, SR91, SR92, SR93, SR94                               | Bursa  | İnegöl     |
|          | SR97                                                                               | Konya  | Akşehir    |
|          | SR101, SR102, SR103, SR104, SR105, SR106, SR107, SR110, SR111, SR112, SR113, SR114 | Konya  | Hüyük      |
|          | SR116, SR117, SR118, SR119                                                         | Konya  | Doğanhisar |
| AG-G     | SR1, SR2, SR3, SR13, SR14, SR17, SR25, SR26, SR33, SR41, SR42, SR124               | Mersin | Silifke    |
|          | SR63, SR64, SR65, SR66                                                             | Bursa  | Keles      |
|          | SR82                                                                               | Bursa  | Orhaneli   |
|          | SR108, SR109                                                                       | Konya  | Hüyük      |
|          | SR115                                                                              | Konya  | Doğanhisar |
| AG-K     | SR27, SR28, SR29, SR37                                                             | Mersin | Silifke    |
|          | SR76, SR77, SR78                                                                   | Bursa  | Orhaneli   |
|          | SR95, SR96                                                                         | Konya  | Akşehir    |
| AG-Fa    | SR22, SR23, SR127                                                                  | Mersin | Silifke    |
|          | SR54, SR55                                                                         | Mersin | Anamur     |
|          | SR71, SR72                                                                         | Bursa  | Orhaneli   |
| AG-4 HGI | SR98, SR99, SR100                                                                  | Konya  | Akşehir    |
| AG-V     | SR20                                                                               | Mersin | Silifke    |
| AG-W     | SR74                                                                               | Bursa  | Orhaneli   |



Şekil 4.3 Multinükleat *Rhizoctonia solani* izolatlarının ITS gen bölgesinin sekans analizi ve tespit edilen izolatlar ile genetik ilişkilerini gösteren neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendrogram



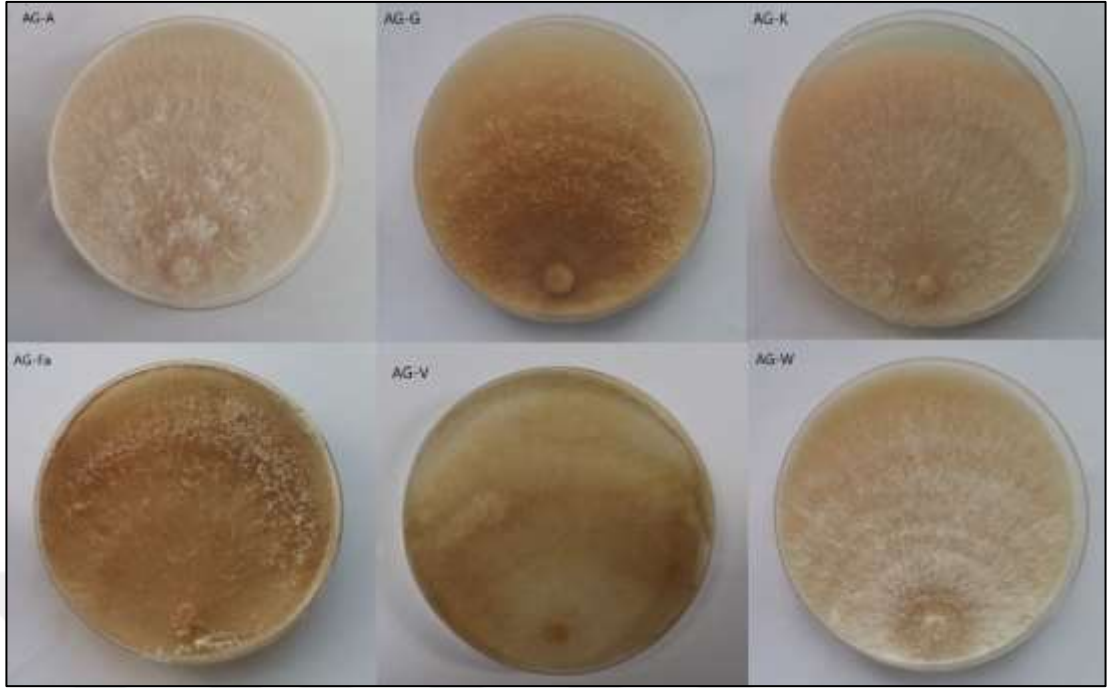
Şekil 4.4 Binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarının ITS gen bölgesinin sekans analizi ve tespit edilen izolatlar ile genetik ilişkilerini gösteren neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendogramı



Şekil 4.5 Çilek üretim alanlarındaki *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG-Grup dağılımı

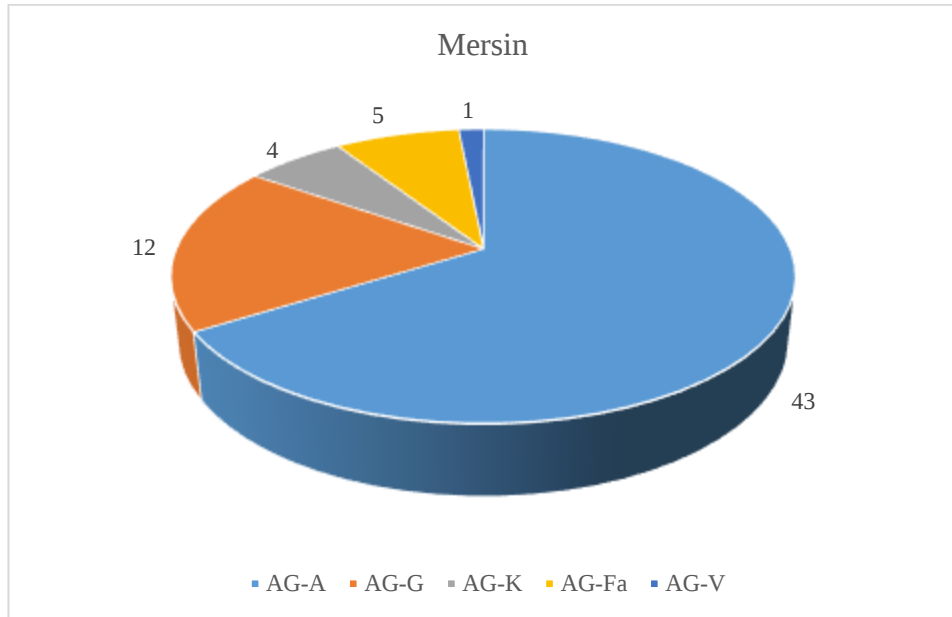


Şekil 4.6 Multinükleat *Rhizoctonia* AG-4 HGI izolatının PDA besiyerinde 7 günlük koloni görüntüleri



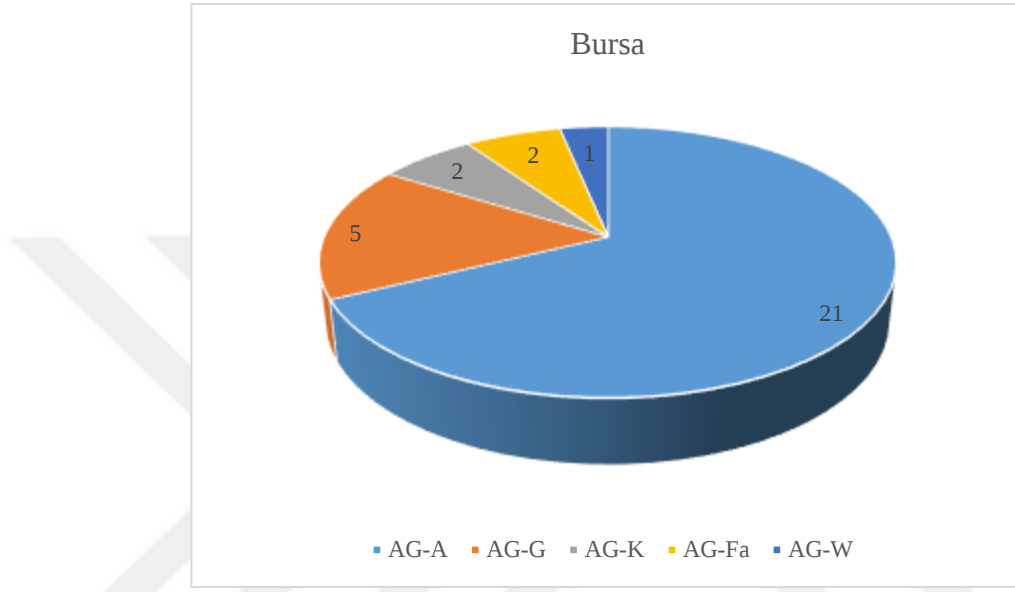
Şekil 4.7 Binükleat *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG gruplarının PDA besiyerinde 7 günlük koloni görüntüleri

Mersin ili Silifke ilçesinde 45 bahçeden, Anamur ilçesinde ise 26 bahçeden alınan çilek kök örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen 65 adet *Rhizoctonia* spp. izolatının tamamı binükleat AG-A, AG-Fa, AG-G, AG-K, ve AG-V olmak üzere 5 farklı AG grubuna ayrılmıştır (Şekil 4.8).



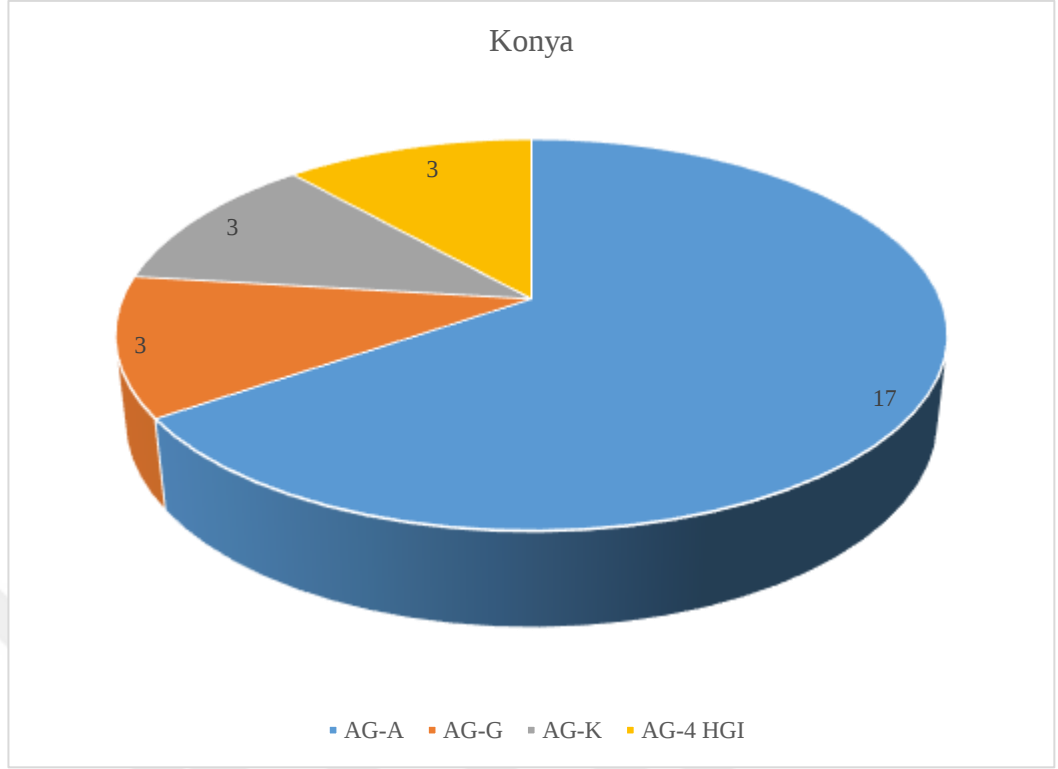
Şekil 4.8 Mersin ili *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG grup dağılımı

Bursa ili Keles ve Osmangazi ilçelerinde 17 bahçeden, Orhaneli ve Büyükorhan ilçelerinden 24 bahçeden, İnegöl-Kurşunlu ilçesinden 17 bahçeden alınan çilek kök örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen 31 adet *Rhizoctonia* spp. izolatının tamamı binükleat AG-A, AG-Fa, AG-G, AG-K ve AG-W olmak üzere 5 farklı AG grubuna ayrılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Bursa ili *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG grup dağılımı

Konya ili Akşehir ilçesinde 10 bahçeden, Hüyük ilçesinden 28 bahçeden ve Doğanhisar ilçesinden 6 bahçeden alınan çilek kök örneklerinden yapılan izolasyon sonucunda elde edilen 26 adet *Rhizoctonia* spp. izolatlarının 3 tanesi multinükleat AG-4 HGI, 23 tanesi binükleat AG-A, AG-G, AG-K olmak üzere 4 farklı AG grubuna ayrılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Konya ili *Rhizoctonia* spp. izolatlarının AG grup dağılımı

#### 4.2 *Rhizoctonia* spp. İzolatlarının Patojenitesi

Stolonlar üzerinde yapılan patojenisite çalışması sonucunda farklı AG gruplarına ait izolatlar istatistiksel olarak önemli büyüklükte lezyonlara neden olmuşlardır. Çizelge 4.2 incelendiğinde AG-A ve AG-K gruplarına ait 5 adet izolatın lezyon oluşturmadığı, tüm AG gruplarına ait 103 adet izolatın 4.3-8.4 mm uzunluğunda, AG-Fa, AG-A, AG-G ve AG-4 HGI gruplarına ait 13 izolatın 10.1-19.6 mm uzunluğunda, AG-A ve AG-Fa grubuna ait 6 izolat ile teşhis edilemeyen bir izolatın 22.16-29.00 mm uzunluğunda, AG-Fa grubuna ait bir izolatın 31.1 mm uzunluğunda lezyon boyları oluşturduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının patojenisite sonuçları

| Sıra No | İzolat No | AG Grup | Lezyon boyu<br>OrT.±Std.HT.* |
|---------|-----------|---------|------------------------------|
| 1       | SR1       | AG-G    | 5.7±0.9 m-p                  |
| 2       | SR2       | AG-G    | 6.7±2.0 m-p                  |
| 3       | SR3       | AG-G    | 11.6±2.2 f-ı                 |
| 4       | SR4       | AG-A    | 10.1±1.4 g-l                 |
| 5       | SR5       | AG-A    | 7.7±1.2 k-p                  |
| 6       | SR6       | AG-A    | 6.6±1.7 m-p                  |
| 7       | SR7       | AG-A    | 6.8±0.7 l-p                  |
| 8       | SR8       | AG-A    | 6.2±1.4 m-p                  |
| 9       | SR9       | AG-A    | 5.8±1.6 m-p                  |
| 10      | SR10      | AG-A    | 5.6±0.8 m-p                  |
| 11      | SR11      | AG-A    | 4.8±0.8 op                   |
| 12      | SR12      | AG-A    | 5.7±1.3 m-p                  |
| 13      | SR13      | AG-G    | 11.8±1.7 f-h                 |
| 14      | SR14      | AG-G    | 11.9±1.2 fg                  |
| 15      | SR15      | AG-A    | 5.1±0.6 m-p                  |
| 16      | SR16      | AG-A    | 5.4±0.6 m-p                  |
| 17      | SR17      | AG-G    | 6.1±1.2 m-p                  |
| 18      | SR18      | AG-A    | 5.4±1.2 m-p                  |
| 19      | SR19      | AG-A    | 8.0±1.3 j-o                  |
| 20      | SR20      | AG-V    | 5.7±1.1 m-p                  |
| 21      | SR21      | AG-A    | 12.1±2.0 fg                  |
| 22      | SR22      | AG-Fa   | 11.2±1.4 f-j                 |
| 23      | SR23      | AG-Fa   | 12.6±2.1 fg                  |
| 24      | SR24      | AG-A    | 7.8±2.1 j-o                  |
| 25      | SR25      | AG-G    | 4.9±0.8 op                   |
| 26      | SR26      | AG-G    | 5.0±0.7 n-p                  |
| 27      | SR27      | AG-K    | 0.0±0.0 op                   |
| 28      | SR28      | AG-K    | 0.0±0.0 op                   |
| 29      | SR29      | AG-K    | 7.2±1.9 k-p                  |
| 30      | SR30      | AG-A    | 7.8±1.4 j-o                  |
| 31      | SR31      | AG-A    | 22.5±3.6 cd                  |
| 32      | SR32      | AG-A    | 6.5±0.6 m-p                  |
| 33      | SR33      | AG-G    | 6.1±1.0 m-p                  |
| 34      | SR34      | AG-A    | 6.3±1.2 m-p                  |
| 35      | SR35      | AG-A    | 16.1±3.3 e                   |
| 36      | SR36      | AG-A    | 23.8±1.0 c                   |
| 37      | SR37      | AG-K    | 4.9±0.9 op                   |
| 38      | SR38      | AG-A    | 22.5±2.5 cd                  |
| 39      | SR39      | AG-A    | 0.0±0.0 op                   |

Çizelge 4.2 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının patojenisite sonuçları (devam)

| Sıra No | İzolat No | AG Grup | Lezyon boyu<br>OrT.±Std.HT.* |
|---------|-----------|---------|------------------------------|
| 40      | SR40      | AG-A    | 7.3±1.6 k-p                  |
| 41      | SR41      | AG-G    | 5.0±1.1 n-p                  |
| 42      | SR42      | AG-G    | 4.9±0.8 op                   |
| 43      | SR43      | AG-A    | 28.3±2.1 ab                  |
| 44      | SR44      | AG-A    | 19.6±2.1 d                   |
| 45      | SR45      | AG-A    | 8.4±0.4 h-m                  |
| 46      | SR46      | AG-A    | 7.8±1.9 j-o                  |
| 47      | SR47      | AG-A    | 7.6±2.4 k-p                  |
| 48      | SR48      | AG-A    | 6.8±1.7 l-p                  |
| 49      | SR49      | -       | 13.8±3.4 ef                  |
| 50      | SR50      | -       | 11.5±1.05 fı                 |
| 51      | SR51      | AG-A    | 5.8±1.0 m-p                  |
| 52      | SR52      | AG-A    | 5.6±1.0 m-p                  |
| 53      | SR53      | AG-A    | 5.4±0.9 m-p                  |
| 54      | SR54      | AG-Fa   | 29.0±1.9 a                   |
| 55      | SR55      | AG-Fa   | 31.1±4.5 a                   |
| 56      | SR56      | -       | 6.4±1.0 m-p                  |
| 57      | SR57      | -       | 6.2±0.8 m-p                  |
| 58      | SR58      | -       | 6.1±1.4 m-p                  |
| 59      | SR59      | AG-A    | 7.2±1.1 k-p                  |
| 60      | SR60      | AG-A    | 6.0±1.1 m-p                  |
| 61      | SR61      | AG-A    | 25.4±2.3 bc                  |
| 62      | SR62      | AG-A    | 6.0±0.9 m-p                  |
| 63      | SR63      | AG-G    | 7.5±0.6 k-p                  |
| 64      | SR64      | AG-G    | 7.0±0.8 k-p                  |
| 65      | SR65      | AG-G    | 7.2±1.3 k-p                  |
| 66      | SR66      | AG-G    | 7.3±0.9 k-p                  |
| 67      | SR67      | AG-A    | 6.9±0.7 l-p                  |
| 68      | SR68      | AG-A    | 6.9±0.8 l-p                  |
| 69      | SR69      | AG-A    | 6.5±1.0 m-p                  |
| 70      | SR70      | AG-A    | 6.5±0.8 m-p                  |
| 71      | SR71      | AG-Fa   | 7.5±0.7 k-p                  |
| 72      | SR72      | AG-Fa   | 6.3±1.1 m-p                  |
| 73      | SR73      | AG-A    | 6.8±1.2 l-p                  |
| 74      | SR74      | AG-W    | 5.3±0.6 m-p                  |
| 75      | SR75      | AG-A    | 5.3±0.6 m-p                  |
| 76      | SR76      | AG-K    | 7.4±0.9 k-p                  |
| 77      | SR77      | AG-K    | 7.6±0.5 k-p                  |
| 78      | SR78      | AG-K    | 7.1±0.5 k-p                  |

Çizelge 4.2 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının patojenisite sonuçları (devam)

| Sıra No | İzolat No | AG Grup  | Lezyon boyu<br>OrT.±Std.HT.* |
|---------|-----------|----------|------------------------------|
| 79      | SR79      | AG-A     | 6.5±0.7 m-p                  |
| 80      | SR80      | AG-A     | 6.4±0.4 m-p                  |
| 81      | SR81      | AG-A     | 6.2±0.6 m-p                  |
| 82      | SR82      | AG-G     | 7.0±0.8 k-p                  |
| 83      | SR83      | AG-A     | 5.8±0.7 m-p                  |
| 84      | SR84      | AG-A     | 4.7±0.6 op                   |
| 85      | SR85      | AG-A     | 0.0±0.0 op                   |
| 86      | SR86      | AG-A     | 6.7±0.6 m-p                  |
| 87      | SR87      | AG-A     | 6.5±0.7 m-p                  |
| 88      | SR88      | AG-A     | 6.4±1.0 m-p                  |
| 89      | SR89      | AG-A     | 6.7±1.0 m-p                  |
| 90      | SR90      | AG-A     | 5.5±0.8 m-p                  |
| 91      | SR91      | AG-A     | 5.4±0.5 m-p                  |
| 92      | SR92      | AG-A     | 5.4±0.7 m-p                  |
| 93      | SR93      | AG-A     | 6.3±0.8 m-p                  |
| 94      | SR94      | AG-A     | 0.0±0.0 op                   |
| 95      | SR95      | AG-K     | 5.3±1.0 m-p                  |
| 96      | SR96      | AG-K     | 4.3±0.7 op                   |
| 97      | SR97      | AG-A     | 5.7±1.4 m-p                  |
| 98      | SR98      | AG-4 HGI | 7.3±1.3 k-p                  |
| 99      | SR99      | AG-4 HGI | 10.4±2.5 g-k                 |
| 100     | SR100     | AG-4 HGI | 6.4±1.2 m-p                  |
| 101     | SR101     | AG-A     | 7.0±1.1 k-p                  |
| 102     | SR102     | AG-A     | 7.3±1.0 k-p                  |
| 103     | SR103     | AG-A     | 6.7±1.2 m-p                  |
| 104     | SR104     | AG-A     | 7.3±0.9 k-p                  |
| 105     | SR105     | AG-A     | 6.8±0.9 l-p                  |
| 106     | SR106     | AG-A     | 5.7±0.9 m-p                  |
| 107     | SR107     | AG-A     | 6.0±0.8 m-p                  |
| 108     | SR108     | AG-G     | 7.3±1.5 k-p                  |
| 109     | SR109     | AG-G     | 7.5±1.0 k-p                  |
| 110     | SR110     | AG-A     | 6.0±1.0 m-p                  |
| 111     | SR111     | AG-A     | 6.2±1.0 m-p                  |
| 112     | SR112     | AG-A     | 6.5±1.0 m-p                  |
| 113     | SR113     | AG-A     | 6.6±0.8 m-p                  |
| 114     | SR114     | AG-A     | 6.3±0.8 m-p                  |
| 115     | SR115     | AG-G     | 6.3±1.4 m-p                  |
| 116     | SR116     | AG-A     | 5.8±0.7 m-p                  |
| 117     | SR117     | AG-A     | 4.8±0.7 op                   |

Çizelge 4.2 *Rhizoctonia* spp. izolatlarının patojenisite sonuçları (devam)

| Sıra No | İzolat No | AG Grup | Lezyon boyu<br>OrT.±Std.HT.* |
|---------|-----------|---------|------------------------------|
| 118     | SR118     | AG-A    | 5.6±0.9 m-p                  |
| 119     | SR119     | AG-A    | 6.4±1.1 m-p                  |
| 120     | SR120     | -       | 7.4±0.7 k-p                  |
| 121     | SR121     | -       | 22.16±0.5 cd                 |
| 122     | SR123     | AG-A    | 6.1±0.7 m-p                  |
| 123     | SR124     | AG-G    | 6.8±0.5 l-p                  |
| 124     | SR125     | AG-A    | 5.0±0.3 n-p                  |
| 125     | SR126     | AG-A    | 7.8±0.9 j-o                  |
| 126     | SR127     | AG-Fa   | 6.3±0.6 m-p                  |
| 127     | SR128     | AG-A    | 8.3±1.0 i-n                  |
| 128     | SR129     | AG-A    | 10.3±0.9 g-k                 |
| 129     | SR131     | AG-A    | 6.5±0.5 m-p                  |

\*Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ( $P=0.05$ )

#### 4.3 *Trichoderma* spp. İzolatlarının Elde Edilmesi ve Teşhisi

Survey çalışmaları sonucunda morfolojik ve kültürel özelliklere dayanılarak toplanan toprak örneklerinden 171 adet, bitki köklerinden yapılan izolasyonlardan 9 adet olmak üzere toplam 180 adet *Trichoderma* spp. izolatı elde edilmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.11). Farklı gruplara ayrılan *Trichoderma* spp.'nin moleküler teşhisi *rpb2*, *tef1* ve ITS gen bölgeleri çoğaltılarak elde edilen sekans datasının BLAST analizi ile yapılmış ve dendogramlar oluşturulmuştur. Morfolojik olarak belirlenmiş grupları temsilen seçilen izolatlardan 600-700 bp büyüklüğünde ITS (%77≤) (Şekil 4.12), 900-1000 bp büyüklüğünde *tef1* (%97≤) (Şekil 4.13) ve 1100-1200 bp büyüklüğünde *rpb2* (%99 ≤) (Şekil 4.14) gen bölgeleri çoğaltılmış ve üç gen bölgesi ile dendogram oluşturulmuştur (Şekil 4.16). Referans izolatlar kullanılarak oluşturulan dendogram sonucunda *Trichoderma* spp. izolatları, *T. atroviride* (6 adet), *T. citrinoviride* (9 adet), *T. gamsii* (31 adet), *T. hamatum* (2 adet), *T. harzianum* (82 adet), *T. afroharzianum* (1 adet), *T. koningii* (33 adet), *T. koningiopsis* (5 adet), *T. spirale* (2 adet), *T. arundinaceum* (5 adet) ve *T. virens* (4 adet) olmak üzere 11 farklı türe ayrılmıştır (Şekil 4.16).

Çizelge 4.3 *Trichoderma* spp. izolatları, lokasyonu ve tür tanımları

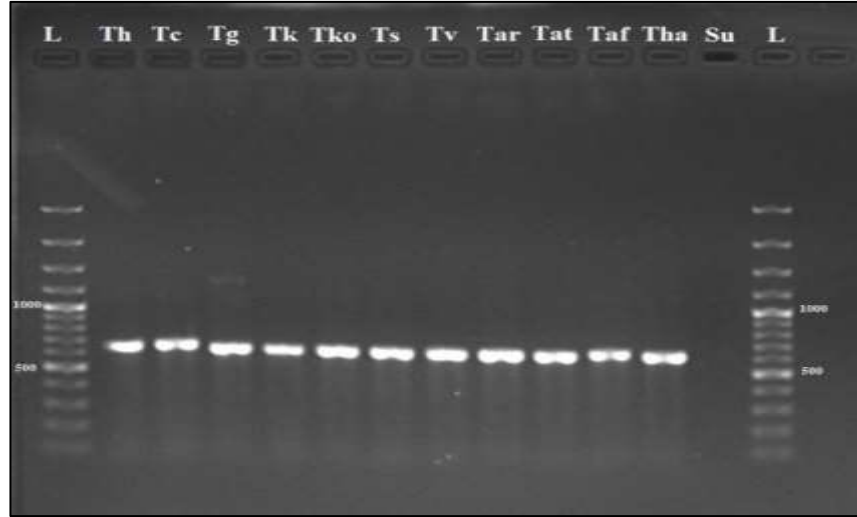
| Tür Adı                 | İzolat No                                                                                                                                                                     | İl     | İlçe       | Toplam |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|--------|
| <i>T. harzianum</i>     | ST1, ST4, ST5, ST8, ST9, ST10, ST11, ST12, ST15, ST16, ST188                                                                                                                  | Mersin | Silifke    | 82     |
|                         | ST27, ST31, ST37, ST39, ST40, ST41, ST42, ST43, ST45, ST46, ST47, ST189                                                                                                       | Mersin | Anamur     |        |
|                         | ST59, ST60, ST61, ST62, ST83, ST84, ST97                                                                                                                                      | Bursa  | Keles      |        |
|                         | ST120                                                                                                                                                                         | Bursa  | İnegöl     |        |
|                         | ST130, ST131, ST132, ST133, ST134, ST135, ST136, ST137, ST138, ST139, ST140, ST141, ST142, ST143, ST144, ST145, ST146, ST147, ST148                                           | Konya  | Akşehir    |        |
|                         | ST153, ST154, ST155, ST156, ST157, ST158, ST159, ST160, ST161, ST162, ST163, ST164, ST165, ST166, ST167, ST168, ST169, ST170, ST171, ST172, ST176, ST177, ST178, ST179, ST180 | Konya  | Hüyük      |        |
|                         | ST181, ST182, ST183, ST184, ST185, ST186, ST187                                                                                                                               | Konya  | Doğanhisar |        |
| <i>T. koningii</i>      | ST2, ST3, ST6, ST7, ST14, ST17, ST18, ST19, ST23, ST24, ST25, ST26, ST190                                                                                                     | Mersin | Silifke    | 33     |
|                         | ST29, ST35, ST36                                                                                                                                                              | Mersin | Anamur     |        |
|                         | ST63, ST64, ST65, ST66, ST67, ST68, ST69, ST70, ST71, ST72, ST73, ST74, ST75, ST77, ST78, ST79, ST85                                                                          | Bursa  | Keles      |        |
| <i>T. gamsii</i>        | ST49, ST51, ST53, ST55, ST56, ST57                                                                                                                                            | Bursa  | Osmangazi  | 31     |
|                         | ST80, ST81, ST82, ST86, ST87, ST88, ST89, ST90, ST91, ST92, ST93, ST94, ST95, ST96                                                                                            | Bursa  | Keles      |        |
|                         | ST111, ST112                                                                                                                                                                  | Bursa  | Küçükorhan |        |
|                         | ST114, ST115                                                                                                                                                                  | Bursa  | Büyükorhan |        |
|                         | ST127, ST128, ST129                                                                                                                                                           | Bursa  | İnegöl     |        |
|                         | ST149, ST150, ST151, ST152                                                                                                                                                    | Konya  | Akşehir    |        |
| <i>T. citrinoviride</i> | ST100, ST101, ST102, ST103, ST104, ST105, ST106, ST107                                                                                                                        | Bursa  | Orhaneli   | 9      |
|                         | ST113                                                                                                                                                                         | Bursa  | Büyükorhan |        |
| <i>T. atroviride</i>    | ST30, ST32, ST33, ST34                                                                                                                                                        | Mersin | Anamur     | 6      |
|                         | ST116                                                                                                                                                                         | Bursa  | Büyükorhan |        |
|                         | ST118                                                                                                                                                                         | Bursa  | İnegöl     |        |
| <i>T. koningiopsis</i>  | ST50, ST52, ST54                                                                                                                                                              | Bursa  | Osmangazi  | 5      |
|                         | ST125, ST126                                                                                                                                                                  | Bursa  | İnegöl     |        |
| <i>T. arundinaceum</i>  | ST117                                                                                                                                                                         | Bursa  | Büyükorhan | 5      |
|                         | ST121, ST122, ST123, ST124                                                                                                                                                    | Bursa  | İnegöl     |        |

Çizelge 4.3 *Trichoderma* spp. izolatları, lokasyonu ve tür tanımları (devam)

| Tür Adı                 | İzolat No    | İl     | İlçe       | Toplam |
|-------------------------|--------------|--------|------------|--------|
| <i>T. virens</i>        | ST99         | Bursa  | Orhaneli   | 4      |
|                         | ST191        | Bursa  | Küçükorhan |        |
|                         | ST174, ST175 | Konya  | Hüyük      |        |
| <i>T. spirale</i>       | ST48         | Bursa  | Keles      | 2      |
|                         | ST108        | Bursa  | Orhaneli   |        |
| <i>T. hamatum</i>       | ST38, ST44   | Mersin | Anamur     | 2      |
| <i>T. afroharzianum</i> | ST22         | Mersin | Silifke    | 1      |

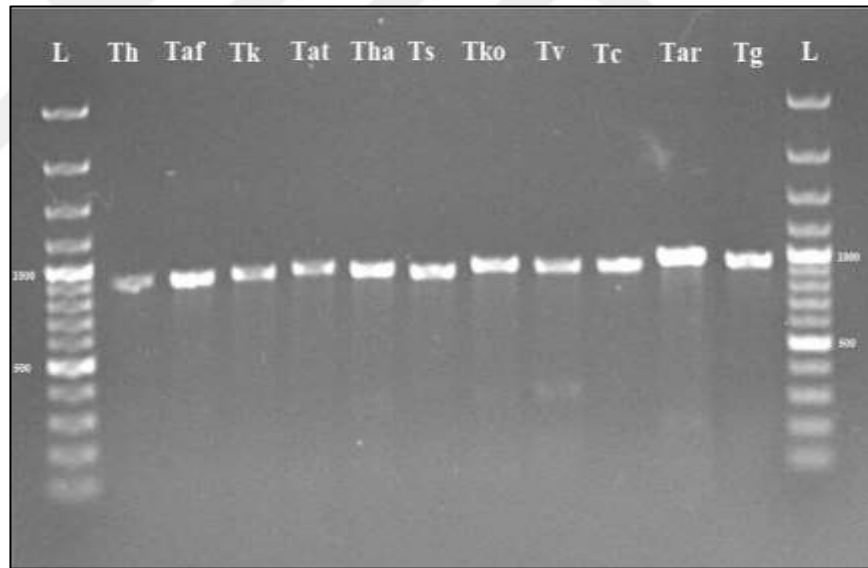


Şekil 4.11 *Trichoderma* spp.'nin PDA ortamında 10 günlük koloni görüntüleri



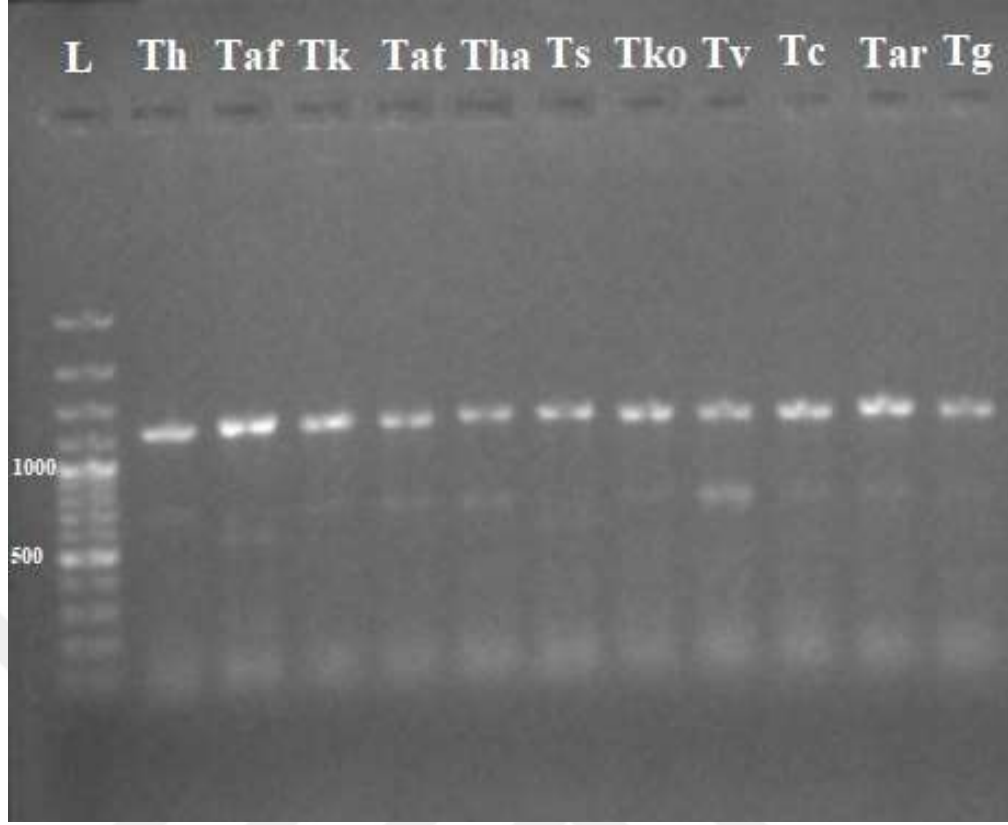
Şekil 4.12 *Trichoderma* spp. izolatlarının ITS gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi

(Th: *T. harzianum*, Tc: *T. citrinoviride*, Tk: *T. koningii*, Tg: *T. gamsii*, Ts: *T. spirale*, Tv: *T. virens*, Tar: *T. arundinaceum*, Tat: *T. atroviride*, Taf: *T. afroharzianum*, Tha: *T. hamatum*)



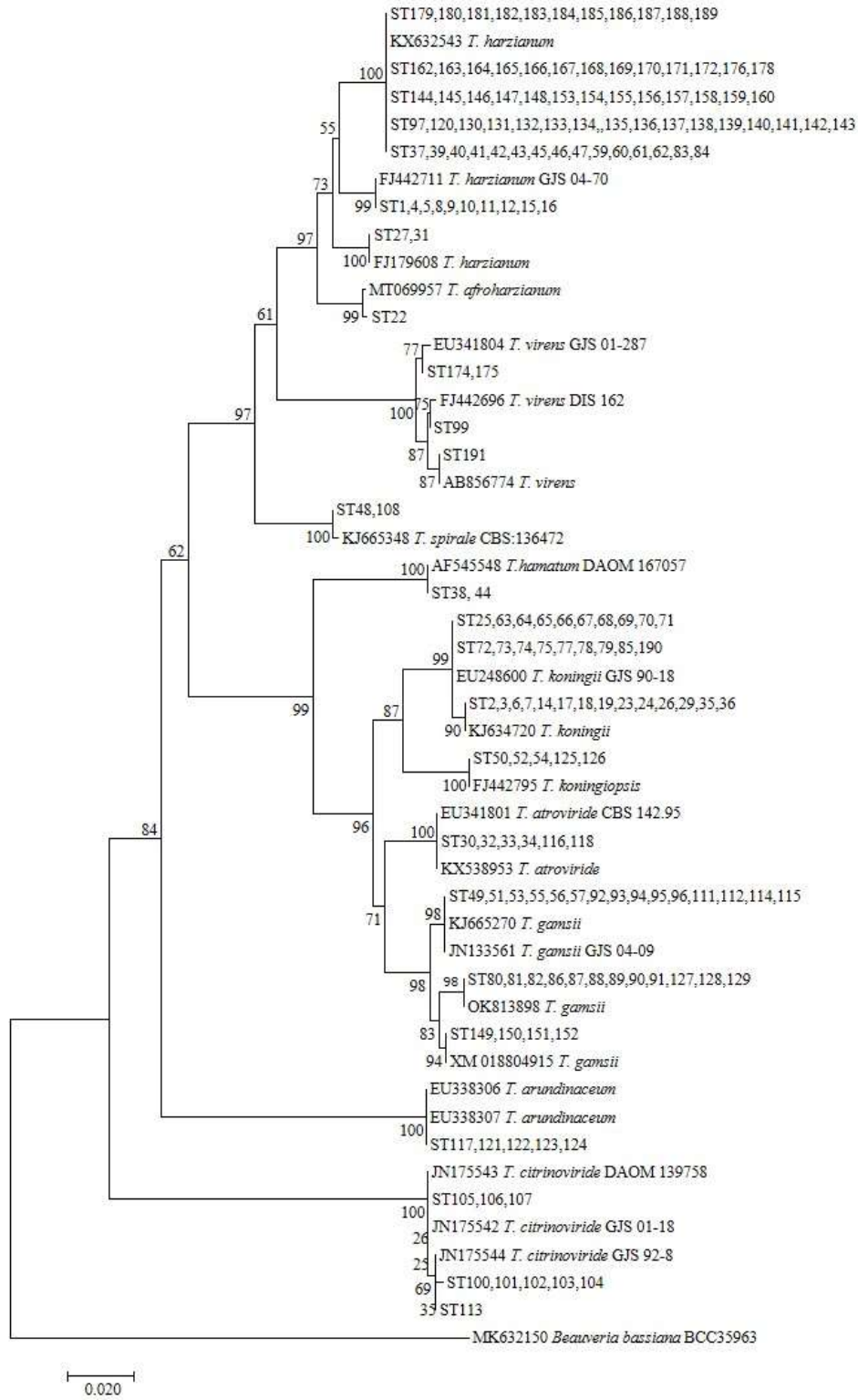
Şekil 4.13 *Trichoderma* spp. izolatlarının *tef1* gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi

(Th: *T. harzianum*, Tc: *T. citrinoviride*, Tk: *T. koningii*, Tg: *T. gamsii*, Ts: *T. spirale*, Tv: *T. virens*, Tar: *T. arundinaceum*, Tat: *T. atroviride*, Taf: *T. afroharzianum*, Tha: *T. hamatum*)

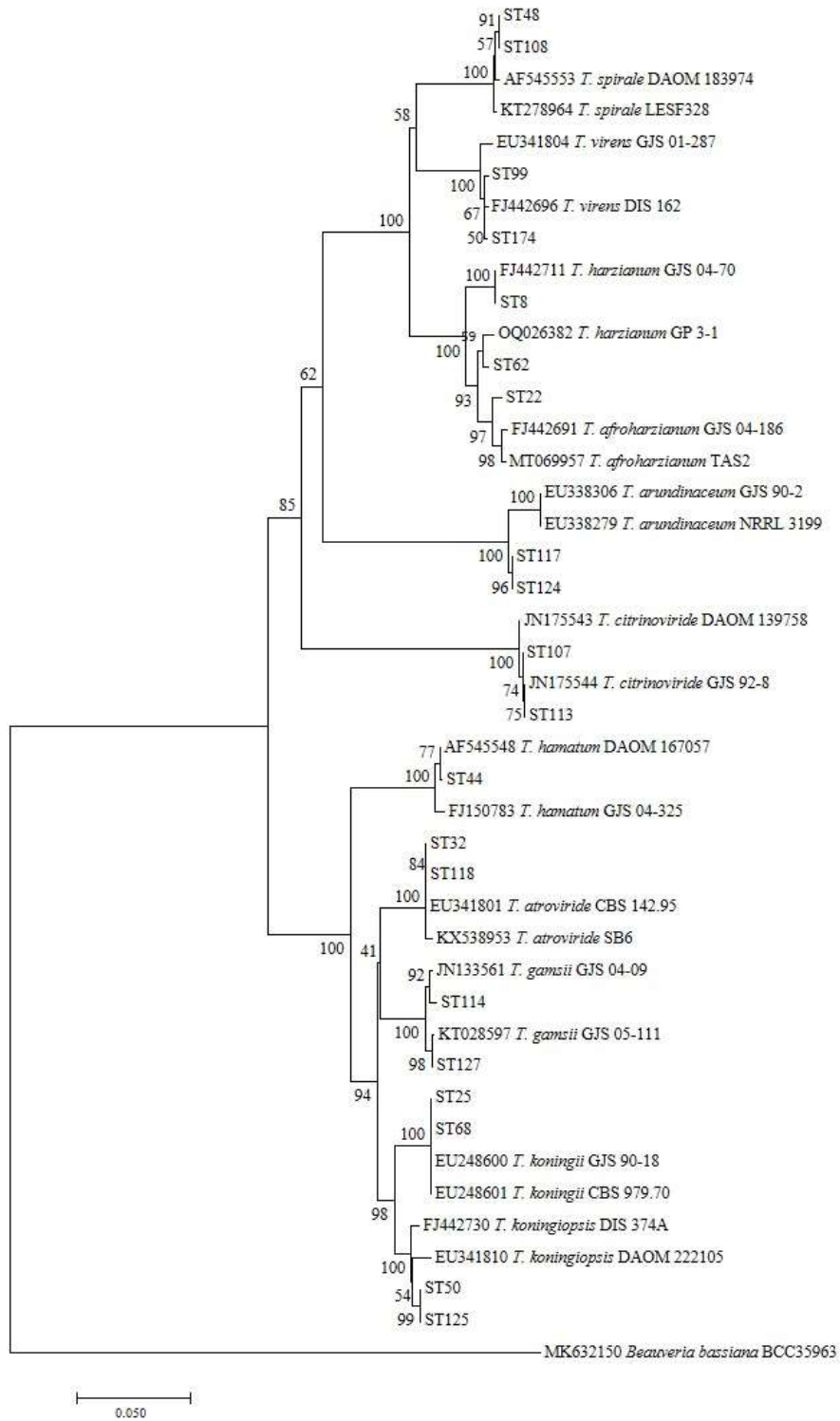


Şekil 4.14 *Trichoderma* spp. izolatlarının *rpb2* gen bölgesinin elektroforetik olarak görüntülenmesi

(Th: *T. harzianum*, Tc: *T. citrinoviride*, Tk: *T. koningii*, Tg: *T. gamsii*, Ts: *T. spirale*, Tv: *T. virens*, Tar: *T. arundinaceum*, Tat: *T. atroviride*, Taf: *T. afroharzianum*, Tha: *T. hamatum*)



Şekil 4.15 *Trichoderma* spp. izolatlarının *rpb2* gen bölgesine ait sekans datasından neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendrogram



Şekil 4.16 Morfolojik olarak farklı gruplara ayrılan *Trichoderma* spp. izolatlarının *tef1*, *rpb2* ve ITS gen bölgelerinin birleştirilmiş sekans datasından neighbor-joining metoduyla oluşturulan dendrogram.

#### 4.4 *Trichoderma* spp. İzolatlarının Engelleme Testleri

*Trichoderma* spp. izolatlarının, virülensi yüksek SR43 numaralı binükleat *Rhizoctonia* AG-A izolatına karşı engelleme testleri gerçekleştirilmiş (Şekil 4.17) ve engelleme oranları Royse ve Ries (1978)' e göre hesaplanarak Çizelge 4.4' de verilmiştir.



Şekil 4.17 *Trichoderma* spp. izolatlarının *Rhizoctonia* AG-A' ya karşı engelleme testi

Çizelge 4.4 *Trichoderma* spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları

| İzolat Numarası | Tür adı             | % Engelleme oranı<br>Ort.±Std.Ht.* |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|
| ST1             | <i>T. harzianum</i> | 63.0±3.3 l1-z1                     |
| ST2             | <i>T. koningii</i>  | 86.9±1.9 a-r                       |
| ST3             | <i>T. koningii</i>  | 95.8±3.8 a-g                       |
| ST4             | <i>T. harzianum</i> | 68.1±5.1 b1-v1                     |
| ST5             | <i>T. harzianum</i> | 67.4±4.4 b1-v1                     |
| ST6             | <i>T. koningii</i>  | 87.8±2.4 a-p                       |
| ST7             | <i>T. koningii</i>  | 85.4±3.8 c-u                       |
| ST8             | <i>T. harzianum</i> | 48.3±0.8 b2-g2                     |
| ST9             | <i>T. harzianum</i> | 85.5±9.4 c-u                       |

Çizelge 4.4 *Trichoderma* spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları (devam)

| İzolat Numarası | Tür adı                 | % Engelleme oranı<br>Ort.±Std.Ht.* |
|-----------------|-------------------------|------------------------------------|
| ST10            | <i>T. harzianum</i>     | 83.3±14.5 e-x                      |
| ST11            | <i>T. harzianum</i>     | 44.8±1.0 d2-g2                     |
| ST12            | <i>T. harzianum</i>     | 80.2±8.0 k-c1                      |
| ST14            | <i>T. koningii</i>      | 78.9±1.9 k-f1                      |
| ST15            | <i>T. harzianum</i>     | 84.5±3.4 d-v                       |
| ST16            | <i>T. harzianum</i>     | 73.6±10.4 r-p1                     |
| ST17            | <i>T. koningii</i>      | 79.8±3.8 k-c1                      |
| ST18            | <i>T. koningii</i>      | 76.6±1.7 o-k1                      |
| ST19            | <i>T. koningii</i>      | 77.1±1.1 n-j1                      |
| ST22            | <i>T. afroharzianum</i> | 90.7±2.7 a-m                       |
| ST23            | <i>T. koningii</i>      | 100.0±0.0 a                        |
| ST24            | <i>T. koningii</i>      | 82.6±4.2 f-y                       |
| ST25            | <i>T. koningii</i>      | 72.5±2.7 t-q1                      |
| ST26            | <i>T. koningii</i>      | 100.0±0.0 a                        |
| ST27            | <i>T. harzianum</i>     | 68.7±4.5 a1-v1                     |
| ST29            | <i>T. koningii</i>      | 100.0±0.0 a                        |
| ST30            | <i>T. atroviride</i>    | 63.5±6.7 k1-y1                     |
| ST31            | <i>T. harzianum</i>     | 95.6±4.3 a-h                       |
| ST32            | <i>T. atroviride</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST33            | <i>T. atroviride</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST34            | <i>T. atroviride</i>    | 98.1±3.3 a-c                       |
| ST35            | <i>T. koningii</i>      | 82.5±2.1 g-y                       |
| ST36            | <i>T. koningii</i>      | 93.7±1.5 a-j                       |
| ST37            | <i>T. harzianum</i>     | 99.2±1.4 ab                        |
| ST38            | <i>T. hamatum</i>       | 99.2±1.4 ab                        |
| ST39            | <i>T. harzianum</i>     | 100.0±0.0 a                        |
| ST40            | <i>T. harzianum</i>     | 100.0±0.0 a                        |
| ST41            | <i>T. harzianum</i>     | 100.0±0.0 a                        |
| ST42            | <i>T. harzianum</i>     | 62.4±2.6 n1-a2                     |
| ST43            | <i>T. harzianum</i>     | 78.8±3.6 k-g1                      |
| ST44            | <i>T. hamatum</i>       | 99.1±1.5 ab                        |
| ST45            | <i>T. harzianum</i>     | 84.6±4.4 d-v                       |
| ST46            | <i>T. harzianum</i>     | 100.0±0.0 a                        |
| ST47            | <i>T. harzianum</i>     | 89.1±0.9 a-o                       |
| ST48            | <i>T. spirale</i>       | 100.0±0.0 a                        |
| ST49            | <i>T. gamsii</i>        | 100.0±0.0 a                        |
| ST50            | <i>T. koningiopsis</i>  | 97.38±2.5 a-d                      |
| ST51            | <i>T. gamsii</i>        | 100.0±0.0 a                        |
| ST52            | <i>T. koningiopsis</i>  | 98.08±1.8 a-c                      |
| ST53            | <i>T. gamsii</i>        | 100.0±0.0 a                        |
| ST54            | <i>T. koningiopsis</i>  | 97.8±2.0 a-d                       |

Çizelge 4.4 *Trichoderma* spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları (devam)

| İzolat Numarası | Tür adı             | % Engelleme oranı<br>Ort.±Std.Ht.* |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|
| ST55            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST56            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST57            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST59            | <i>T. harzianum</i> | 78.8±4.1 k-g1                      |
| ST60            | <i>T. harzianum</i> | 78.2±4.3 l-h1                      |
| ST61            | <i>T. harzianum</i> | 79.5±2.2 k-d1                      |
| ST62            | <i>T. harzianum</i> | 73.1±1.2 s-p1                      |
| ST63            | <i>T. koningii</i>  | 74.2±2.9 q-o1                      |
| ST64            | <i>T. koningii</i>  | 77.4±2.2 m-l1                      |
| ST65            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST66            | <i>T. koningii</i>  | 82.0±1.7 r-a1                      |
| ST67            | <i>T. koningii</i>  | 78.6±1.9 k-h1                      |
| ST68            | <i>T. koningii</i>  | 76.4±1.6 o-l1                      |
| ST69            | <i>T. koningii</i>  | 72.6±2.0 t-p1                      |
| ST70            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST71            | <i>T. koningii</i>  | 80.6±2.7 j-b1                      |
| ST72            | <i>T. koningii</i>  | 70.4±2.5 w-r1                      |
| ST73            | <i>T. koningii</i>  | 77.6±1.6 l-l1                      |
| ST74            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST75            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST77            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST78            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST79            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST80            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST81            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST82            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST83            | <i>T. harzianum</i> | 79.5±1.3 k-e1                      |
| ST84            | <i>T. harzianum</i> | 79.7±1.3 k-c1                      |
| ST85            | <i>T. koningii</i>  | 100.0±0.0 a                        |
| ST86            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST87            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST88            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST89            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST90            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST91            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST92            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST93            | <i>T. gamsii</i>    | 68.4±5.2 b1-v1                     |
| ST94            | <i>T. gamsii</i>    | 92.0±0.4 a-k                       |
| ST95            | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST96            | <i>T. gamsii</i>    | 94.5±0.8 a-i                       |
| ST97            | <i>T. harzianum</i> | 75.7±4.5 o-n1                      |

Çizelge 4.4 *Trichoderma* spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları (devam)

| İzolat Numarası | Tür adı                 | % Engelleme oranı<br>Ort.±Std.Ht.* |
|-----------------|-------------------------|------------------------------------|
| ST99            | <i>T. virens</i>        | 56.4±3.4 u1-e2                     |
| ST100           | <i>T. citrinoviride</i> | 68.5±1.7 b1-v1                     |
| ST101           | <i>T. citrinoviride</i> | 66.9±1.9 c1-w1                     |
| ST102           | <i>T. citrinoviride</i> | 70.1±1.3 w-s1                      |
| ST103           | <i>T. citrinoviride</i> | 60.5±1.0 p1-b1                     |
| ST104           | <i>T. citrinoviride</i> | 69.4±3.6 y-u1                      |
| ST105           | <i>T. citrinoviride</i> | 52.1±5.6 x1-g2                     |
| ST106           | <i>T. citrinoviride</i> | 43.5±2.8 e2-g2                     |
| ST107           | <i>T. citrinoviride</i> | 42.2±3.1 f2-g2                     |
| ST108           | <i>T. spirale</i>       | 67.1±8.9 c1-w1                     |
| ST111           | <i>T. gamsii</i>        | 70.6±1.5 w-r1                      |
| ST112           | <i>T. gamsii</i>        | 74.9±4.9 p-o1                      |
| ST113           | <i>T. citrinoviride</i> | 52.0±1.6 x1-g2                     |
| ST114           | <i>T. gamsii</i>        | 69.9±3.3 x-t1                      |
| ST115           | <i>T. gamsii</i>        | 76.2±1.5 o-m1                      |
| ST116           | <i>T. atroviride</i>    | 87.9±1.5 a-p                       |
| ST117           | <i>T. arundinaceum</i>  | 48.3±8.0 b2-g2                     |
| ST118           | <i>T. atroviride</i>    | 77.0±2.2 n-j1                      |
| ST120           | <i>T. harzianum</i>     | 100.0±0.0 a                        |
| ST121           | <i>T. arundinaceum</i>  | 78.8±1.8 k-g1                      |
| ST122           | <i>T. arundinaceum</i>  | 71.2±4.3 v-q1                      |
| ST123           | <i>T. arundinaceum</i>  | 83.5±1.4 e-w                       |
| ST124           | <i>T. arundinaceum</i>  | 85.8±5.5 b-t                       |
| ST125           | <i>T. koningiopsis</i>  | 66.2±2.1 d1-w1                     |
| ST126           | <i>T. koningiopsis</i>  | 79.4±3.7 k-e1                      |
| ST127           | <i>T. gamsii</i>        | 100.0±0.0 a                        |
| ST128           | <i>T. gamsii</i>        | 100.0±0.0 a                        |
| ST129           | <i>T. gamsii</i>        | 69.4±4.1 y-u1                      |
| ST130           | <i>T. harzianum</i>     | 87.9±2.7 a-p                       |
| ST131           | <i>T. harzianum</i>     | 95.9±0.5 a-f                       |
| ST132           | <i>T. harzianum</i>     | 96.6±0.5 a-e                       |
| ST133           | <i>T. harzianum</i>     | 68.8±2.0 z-v1                      |
| ST134           | <i>T. harzianum</i>     | 70.8±4.2 w-r1                      |
| ST135           | <i>T. harzianum</i>     | 67.1±0.9 c1-w1                     |
| ST136           | <i>T. harzianum</i>     | 66.0±4.7 e1-w1                     |
| ST137           | <i>T. harzianum</i>     | 45.9±2.3 c2-g2                     |
| ST138           | <i>T. harzianum</i>     | 63.0±1.2 l1-z1                     |
| ST139           | <i>T. harzianum</i>     | 62.9±4.1 m1-a2                     |
| ST140           | <i>T. harzianum</i>     | 65.4±2.2 g1-x1                     |
| ST141           | <i>T. harzianum</i>     | 82.2±3.1 h-z                       |

Çizelge 4.4 *Trichoderma* spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları (devam)

| İzolat Numarası | Tür adı             | % Engelleme oranı<br>Ort.±Std.Ht.* |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|
| ST142           | <i>T. harzianum</i> | 87.1±3.4 a-q                       |
| ST143           | <i>T. harzianum</i> | 80.6±3.9 j-b1                      |
| ST144           | <i>T. harzianum</i> | 90.3±0.4 a-n                       |
| ST145           | <i>T. harzianum</i> | 82.6±1.4 f-y                       |
| ST146           | <i>T. harzianum</i> | 80.0±3.6 k-c1                      |
| ST147           | <i>T. harzianum</i> | 78.8±5.2 k-g1                      |
| ST148           | <i>T. harzianum</i> | 77.7±1.5 l-l1                      |
| ST149           | <i>T. gamsii</i>    | 69.2±1.6 y-u1                      |
| ST150           | <i>T. gamsii</i>    | 67.4±2.1 b1-v1                     |
| ST151           | <i>T. gamsii</i>    | 65.2±4.4 h1-x1                     |
| ST152           | <i>T. gamsii</i>    | 100.0±0.0 a                        |
| ST153           | <i>T. harzianum</i> | 92.0±0.8 a-k                       |
| ST154           | <i>T. harzianum</i> | 71.5±1.0 v-q1                      |
| ST155           | <i>T. harzianum</i> | 65.7±2.4 f1-w1                     |
| ST156           | <i>T. harzianum</i> | 73.4±4.8 s-p1                      |
| ST157           | <i>T. harzianum</i> | 64.4±3.3 l1-x1                     |
| ST158           | <i>T. harzianum</i> | 63.3±2.2 k1-z1                     |
| ST159           | <i>T. harzianum</i> | 59.1±0.5 q1-c2                     |
| ST160           | <i>T. harzianum</i> | 62.9±8.5 m1-z1                     |
| ST161           | <i>T. harzianum</i> | 39.0±3.3 g2                        |
| ST162           | <i>T. harzianum</i> | 80.0±2.9 k-c1                      |
| ST163           | <i>T. harzianum</i> | 85.9±1.8 b-t                       |
| ST164           | <i>T. harzianum</i> | 79.4±2.1 k-e1                      |
| ST165           | <i>T. harzianum</i> | 50.7±15.8 y1-g2                    |
| ST166           | <i>T. harzianum</i> | 49.4±1.7 a2-g2                     |
| ST167           | <i>T. harzianum</i> | 49.9±6.6 z1-g2                     |
| ST168           | <i>T. harzianum</i> | 86.4±1.4 b-s                       |
| ST169           | <i>T. harzianum</i> | 43.5±2.6 e2-g2                     |
| ST170           | <i>T. harzianum</i> | 57.6±5.5 r1-d2                     |
| ST171           | <i>T. harzianum</i> | 70.5±1.5 w-r1                      |
| ST172           | <i>T. harzianum</i> | 72.8±6.8 t-p1                      |
| ST174           | <i>T. virens</i>    | 63.9±9.8 j1-y1                     |
| ST175           | <i>T. virens</i>    | 55.5±6.1 v1-f2                     |
| ST176           | <i>T. harzianum</i> | 91.0±3.1 a-l                       |
| ST177           | <i>T. harzianum</i> | 86.4±3.0 b-s                       |
| ST178           | <i>T. harzianum</i> | 76.6±0.7 o-k1                      |
| ST179           | <i>T. harzianum</i> | 53.7±1.6 w1-f2                     |
| ST180           | <i>T. harzianum</i> | 63.8±2.4 j1-y1                     |
| ST181           | <i>T. harzianum</i> | 76.5±3.9 o-k1                      |
| ST182           | <i>T. harzianum</i> | 75.0±1.5 p-o1                      |
| ST183           | <i>T. harzianum</i> | 72.1±2.0 u-q1                      |

Çizelge 4.4 *Trichoderma* spp.' nin ikili kültür testi engelleme oranları (devam)

| İzolat Numarası | Tür adı             | % Engelleme oranı<br>Ort.±Std.Ht.* |
|-----------------|---------------------|------------------------------------|
| ST184           | <i>T. harzianum</i> | 56.5±4.3 t1-e2                     |
| ST185           | <i>T. harzianum</i> | 62.2±2.3 o1-a2                     |
| ST186           | <i>T. harzianum</i> | 56.9±3.9 s1-e2                     |
| ST187           | <i>T. harzianum</i> | 53.6±3.6 w1-f2                     |
| ST188           | <i>T. harzianum</i> | 82.3±7.3 h-y                       |
| ST189           | <i>T. harzianum</i> | 69.2±2.4 y-u1                      |
| ST190           | <i>T. koningii</i>  | 69.8±2.8 y-u1                      |
| ST191           | <i>T. virens</i>    | 77.0±3.7 n-j1                      |

\*Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (P=0.05)

İkili kültür engelleme testlerinde *Rhizoctonia* AG-A'ya karşı *T. harzianum* izolatlarının %39-100, *T. koningii* izolatlarının %69.8-100, *T. atroviride* izolatlarının %63.5-100, *T. citrinoviride* izolatlarının %42.2-70.1, *T. gamsii* izolatlarının %65.2-100, *T. koningiopsis* izolatlarının %66.2-98.08, *T. arundinaceum* izolatlarının %48.3-85.8, *T. virens* izolatlarının %55.5-63.9, *T. spirale* %67.1-100, *T. hamatum* %99.1-99.2 ve *T. afroharzianum* izolatının %90.7 engelleme oranlarına sahip oldukları görülmektedir. Çalışma kapsamında *Trichoderma* spp. izolatlarının binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya karşı mikoparazitik etki gösterdiği gözlemlenmiştir.

İkili kültür testinde %100 engelleme oranına sahip ve 5 farklı türe ait toplam 42 adet izolat tespit edilmiştir. Farklı türlere ait beş izolat ise (*T. gamsii* ST88, *T. spirale* ST48, *T. harzianum* ST39, *T. koningii* ST26 ve *T. atroviride* ST32) saksı etkinlik testlerinde kullanılmak üzere seçilmiştir.

#### 4.5 *Trichoderma* spp. İzolatlarının Saksıda Etkinliği

Etkinlik denemelerinde binükleat *Rhizoctonia* AG-A verilen kontrol bitkilerinde %85 hastalık şiddeti oluşmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.18). *Trichoderma* spp. izolatlarının hastalık şiddetine etkisine bakıldığında ise en yüksek etkiyi %82.35 engelleme oranı ile *T. harzianum* ve *T. spirale* göstermiştir. Ticari preperat olarak üretimde kullanılan T22 ise %74.5 etki ile ikinci sırada yer almıştır. *T. gamsii* ve *T. koningii* izolatları ise %70.58

etki ile üçüncü sırada yer almıştır. *T. atroviride* izolatu %60.78 engelleme oranı ile en düşük etkiyi göstermiştir. Fungisit uygulamasında ise fosforoz asit (400 ml/100 l) %88.23 ile hastalığa karşı en yüksek etkiyi gösteren uygulama olmuştur. Ayrıca uygulamalar sonucunda çilek bitkisinin bitki boyu, kök boyu ve bitki yaş ağırlığı arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunur iken, kök yaş ve kuru ağırlıkları arasında fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.5 *Trichoderma* spp.'nin binükleat *Rhizoctonia* AG-A'ya karşı etkinlik oranları

| Uygulama** | Hastalık şiddeti | Engelleme oranı (%) | Bitki boyu     | Kök boyu      | Yaş ağırlık   | Kök yaş ağırlık | Kök kuru ağırlık |
|------------|------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| -Kontrol   | 0.00 d*          | -                   | 17.07±0.90 a   | 17.27±1.16 a  | 14.53±2.57 ab | 3.03±1.38 a     | 0.57±0.21 a      |
| +Kontrol   | 85±8.66 a        | -                   | 10.77±1.17 c   | 11.77±0.40 b  | 10.10±2.96 ab | 1.77±0.50 a     | 0.37±0.12 a      |
| Fungisit   | 10±0 cd          | 88.23               | 13.50±2.00 bc  | 16.00±1.80 ab | 10.27±2.14 ab | 2.87±0.65 a     | 0.53±0.15 a      |
| T22-BNR    | 21.67±5.77 bc    | 74.5                | 15.33±1.26 ab  | 17.83±2.75 a  | 10.73±4.03 ab | 2.13±0.64 a     | 0.43±0.21 a      |
| TA-BNR     | 33.33±5.77 b     | 60.78               | 14.00±2.00 abc | 18.00±0.50 a  | 8.93±1.66 b   | 2.17±0.65 a     | 0.37±0.21 a      |
| TG-BNR     | 25±5 bc          | 70.58               | 12.00±0.50 bc  | 16.83±1.04 a  | 11.93±2.18 ab | 3.03±0.06 a     | 0.57±0.06 a      |
| TH-BNR     | 15±5 cd          | 82.35               | 17.17±2.02 a   | 17.00±2.29 a  | 15.50±1.22 ab | 3.23±1.03 a     | 0.63±0.25 a      |
| TK-BNR     | 25±8.66 bc       | 70.58               | 12.67±0.58 bc  | 16.57±0.90 a  | 15.90±2.08 ab | 4.23±0.76 a     | 0.87±0.21 a      |
| TS-BNR     | 15±5 cd          | 82.35               | 14.17±1.89 abc | 15.83±1.26 ab | 16.23±2.06 a  | 3.67±1.60 a     | 0.73±0.40 a      |

\*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark önemlidir ( $P<0.05$ ).

\*\*BNR (Binükleat *Rhizoctonia* AG-A), TA (*Trichoderma atroviride*), TG (*Trichoderma gamsii*), TH (*Trichoderma harzianum*), TK (*Trichoderma koningii*), TS (*Trichoderma spirale*), T22 (*Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2)



Şekil 4.18 *Trichoderma* spp.' nin binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya etkinlik çalışması

Sadece *Trichoderma* spp. uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki etkilerine bakıldığında ise uygulamaların bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlıklarına etkilerinin önemli olduğu, kök boyu ve bitki yaş ağırlığı ölçümlerinde oluşan farkın ise istatistik olarak önemsiz olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6, Şekil 4.19, 4.20). Bitki boyuna kontrole göre

*T. harzianum*’ un olumlu etki gösterdiği T22 izolatının kontrolle aynı grupta yer almakla beraber olumlu etki gösterdiği, diğer izolatların ise olumsuz etki gösterdiği görülmüştür. Kök yaş ve kuru ağırlıklarına ise, *T. harzianum*, *T. koningii* ve *T. spirale*’ nin olumlu etki gösterdiği T22, *T. atroviride* ve *T. gamsii*’ nin olumsuz etki gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.6 *Trichoderma* spp.’ nin bitki boyu ve kök ağırlığına etkileri

| Uygulama                  | Bitki boyu (cm) | Kök boyu (cm) | Yaş ağırlık (gr) | Kök yaş ağırlık (gr) | Kök kuru ağırlık (gr) |
|---------------------------|-----------------|---------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>T. harzianum</i> (T22) | 17.33±1.89 ab*  | 18.00±1.50 a  | 14.40±4.33 a     | 2.73±1.50 bc         | 0.53±0.35 b           |
| <i>T. atroviride</i>      | 14.50±1.00 bc   | 17.67±1.76 a  | 12.67±2.45 a     | 2.13±0.38 c          | 0.37±0.06 b           |
| <i>T. gamsii</i>          | 13.67±1.76 c    | 18.17±1.04 a  | 13.63±0.81 a     | 2.63±0.47 bc         | 0.47±0.15 b           |
| <i>T. harzianum</i>       | 18.00±0.50 a    | 20.67±1.76 a  | 18.97±1.25 a     | 3.53±0.25 bc         | 0.67±0.06 ab          |
| <i>T. koningii</i>        | 15.27±0.40 abc  | 20.43±1.85 a  | 19.20±4.09 a     | 5.17±1.37 ab         | 1.03±0.31 ab          |
| <i>T. spirale</i>         | 14.33±1.04 bc   | 18.00±0.87 a  | 20.43±2.10 a     | 7.43±0.71 a          | 1.27±0.40 a           |
| KONTROL                   | 17.07±0.90 ab   | 17.27±1.16 a  | 14.53±2.57 a     | 3.03±1.38 bc         | 0.57±0.21 b           |

\*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark önemlidir ( $P<0.05$ ).



Şekil 4.19 *Trichoderma* spp.' nin bitki gelişimine etkisi



Şekil 4.20 *Trichoderma* spp.’ nin kontrol gruplarına göre bitki gelişimine etkisi

Yaş ağırlık değerlendirmesinden sonra bitkilerin köklerinden 0.5 cm parçalar alınarak yapılan reizolasyonlarda izole edilen fungus türleri Çizelge 4.7’ de verilmiştir. *Trichoderma* spp. izolatlarının tamamının hem kök bölgesinden hemde taç bölgesinden elde edildiği görülürken, binükleat *Rhizoctonia* AG-A’ nın ise *T. atroviride* ve *T. spirale* ile birlikte uygulanmasından elde edilemezken, diğer uygulamalardan elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.7 Saksı etkinlik denemesi bitkilerinde reizolasyon sonucu elde edilen fungus türleri

| Uygulamalar                     | Kök izolasyonu | Taç |
|---------------------------------|----------------|-----|
| <i>T. harzianum</i>             | Th             | Th  |
| <i>T. harzianum</i> + BNR AG-A  | Th, BNR        | Th  |
| <i>T. gamsii</i>                | Tg             | Tg  |
| <i>T. gamsii</i> + BNR AG-A     | Tg, BNR        | Tg  |
| <i>T. koningii</i>              | Tk             | Tk  |
| <i>T. koningii</i> + BNR AG-A   | Tk, BNR        | Tk  |
| <i>T. atroviride</i>            | Ta             | Ta  |
| <i>T. atroviride</i> + BNR AG-A | Ta             | Ta  |
| <i>T. spirale</i>               | Ts             | Ts  |

Çizelge 4.7 Saksı etkinlik denemesi bitkilerinde reizolasyon sonucu elde edilen fungus türleri (devam)

| Uygulamalar                  | Kök izolasyonu | Taç |
|------------------------------|----------------|-----|
| <i>T. spirale</i> + BNR AG-A | Ts             | Ts  |
| T22 Planter Box              | T22            | T22 |
| T22 Planter Box + BNR AG-A   | T22, BNR       | T22 |
| Fosforoz asit                | -              | -   |
| Pozitif kontrol              | BNR            | -   |
| Negatif kontrol              | -              | -   |

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çilek yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılar, verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen ve üretimi sınırlandıran önemli faktörlerin başında yer almaktadır. Çilek hastalıkları içinde toprak kökenli patojenlerin neden olduğu kök çürüklük hastalıkları şartların uygunluğuna bağlı olarak %30-50 arasında verim kaybına neden olabilmektedir. Hastalıkla doğru ve etkili mücadele stratejilerinin belirlenmesi için patojenlerin doğru tanımlanması son derece önemlidir. Çilek siyah kök çürüklüğü etmeni olan *Rhizoctonia* spp. ise çilek üretim alanlarında görülen en önemli etmenlerden biri olarak kabul edilmekte olup dünyada ve ülkemizde pek çok çalışma yapılmıştır (Martin 2000, Botha vd. 2003, Sharon vd. 2007, Manici ve Bonora 2007, Demirer Durak 2011, Fang vd. 2013, Dinler 2014, Zhong vd. 2016, Vojvodić vd. 2018, Kesimci vd. 2022).

Ülkemiz çilek üretiminde önde gelen Mersin, Konya ve Bursa illeri çilek üretim alanlarında çilek siyah kök çürüklüğü hastalığı etmeni *Rhizoctonia* spp.'nin AG grupları ve patojeniteleri belirlenerek hastalıkla biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada, hastalıklı çilek bitkilerinden yapılan izolasyonlar sonucunda 122 adet *Rhizoctonia* spp. izolatu tanımlanmıştır. Bu izolatlar arasında bir adet multinükleat AG-4 HGI, altı adet binükleat AG-A, AG-Fa, AG-G, AG-K, AG-V ve AG-W olmak üzere toplam 7 AG grubu belirlenmiştir. Sharon vd. (2007), Manici ve Bonora (2007) ve Guarnaccia vd. (2022) tarafından da benzer şekilde çilekte patojen olarak bildirilen *Rhizoctonia* AG-4 HGI çilekte ülkemizde ilk defa bu çalışma sonucunda kayıt edilmiştir. Kim vd. (1992), Demirer Durak (2011) ve Buhur (2014) tarafından bildirilen AG 2-1 ile Dinler (2014) tarafından tespit edilen AG-4 ve Kesimci vd. (2022) tarafından belirlenen AG 4-HGII ve AG-5 çalışmamızda izole edilememiştir.

Multinükleat *R. solani* AG 4-HGI Konya ilinde bir önceki yıl buğday ekilen bir alanda yeni kurulmuş çilek bahçesinden izole edilmiştir. Avan vd. (2021) Konya ili genelinde şeker pancarı arazilerinde en yaygın AG grubu olarak AG-2-2-IIIB ve ikinci en yüksek yaygın grup olarak AG 4-HGI tespit etmiştir.

Çalışma sonucunda tespit edilen binükleat AG-A, AG-K ve AG-G benzer şekilde Demirer Durak (2011), Dinler (2014) ve Kesimci vd. (2022) tarafindanda tespit edilmiştir. Dünyada çilekte yapılan çalışmalarda benzer şekilde AG-A (Martin 2000, Sharon vd. 2007, Manici ve Bonora 2007, Fang vd. 2011-2013, Zhong vd. 2016, Vojvodić vd. 2018), AG-G (Martin 2000, Sharon vd. 2007, Manici ve Bonora 2007, Fang vd. 2013), AG-K (Sharon vd. 2007, Fang vd. 2011-2013, Borrero vd. 2019) ve AG-F (Sharon vd. 2007) siyah kök çürüklüğü patojeni olarak bildirilmişlerdir. Binükleat gruplardan Demirer Durak (2011) ve Kesimci (2022) tarafından bildirilen AG-H ile Kesimci (2022) tarafından bildirilen AG-E grupları bu çalışmada elde edilememiştir.

Çalışmamızda Mersin ve Bursa illerinde 7 adet binükleat *Rhizoctonia* AG-Fa ülkemizde çilekte ilk defa izole edilmiştir. Binükleat *Rhizoctonia* AG-Fa' nın tütünde düşük virülense sahip olduğu (Gürkanlı ve Özkoç 2011) ve bademde benzer şekilde kök çürüklüğü patojeni (Aktan vd. 2020) olduğu bildirilmiştir. Manici ve Bonora (2007) ile Sharon vd. (2008), tarafından binükleat *Rhizoctonia* AG-F çilekte patojen olarak bildirilmiştir. Benzer şekilde binükleat *Rhizoctonia* AG-F' nin Siirt fıstığında orta derecede virulent olduğu (Aydın ve Ünal 2021) ve mısırdaki sap, taç ve kök çürüklüğü patojeni olduğu (Türkölmez vd. 2019) tespit edilmiştir.

Mersin ilinde izole edilen binükleat *Rhizoctonia* AG-V ile Bursa ilinden izole edilen binükleat *Rhizoctonia* AG-W ülkemizde ilk defa bu çalışma kapsamında belirlenmiştir. Binükleat *Rhizoctonia* AG-V Dong vd. (2017) tarafından Çin'de Yunnan bölgesinde gölevez (*Colocasia esculenta*) ve zencefil (*Zingiber officinale*) bitkilerinde tespit edilmiş ve yeni bir AG grubu olarak tanımlanmıştır. Yang vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada binükleat *Rhizocotonia* AG-W patatestte sap çürüklüğü patojeni olan yeni bir AG grubu olarak tanımlandıktan sonra Zhao vd. (2019) tarafından Çin'de şeker pancarında fide çökerten etmeni olarak, Woodhall vd. (2022) tarafından ABD'de yapılan çalışmada patatestte patojen olarak bildirilen binükleat *Rhizoctonia* AG-W ile gölevez ve zencefilde tespit edilen AG-V grupları çilekte siyah kök çürüklüğü etmeni olarak dünyada ilk defa bu çalışma sonucunda belirlenmiştir.

Binükleat *Rhizoctonia* AG gruplarının izolat sayılarına bakıldığı zaman, 81 adet izolat ile en fazla elde edilen grup olan AG-A grubunu, sırasıyla, 20 adet AG-G, 9 adet AG-K, 7 adet AG-Fa ile birer adet AG-V ve AG-W grupları izlemiştir. Martin (2000) Kaliforniya’da, Botha vd. (2003) Güney Afrika’da, Manici ve Bonora (2007) İtalya’nın güney kesiminde, Sharon vd. (2007) İsrail’de, Fang vd. (2011, 2013) Avustralya’da, Demirer Durak (2011) Erzurum’da, Vojvodić vd. (2018) Sırbistan’da ve Kesimci vd. (2022) Erzincan’da yaptıkları çalışmalarda benzer şekilde en fazla AG-A grubuna ait izolat elde etmişlerdir.

Çilek stolonlarında yapılan patojenite çalışması sonucunda *Rhizoctonia* spp. izolatlarının oluşturdukları lezyon boylarına göre en yüksek virülense sahip izolatların AG-Fa grubuna ait olduğu, daha sonra AG-A grubuna ait izolatların yer aldığı görülmektedir. Demirer Durak (2011) benzer şekilde en virulent grup olarak AG-A grubunu bildirmiştir. Martin (2000), benzer şekilde farklı AG grupları arasında benzer virülens seviyeleri gözlendiğini, ancak aynı AG grubundaki izolatlar arasında virülens farklılıkları gözlendiğini bildirmiştir. Çalışmada elde edilen patojenite sonuçlarına benzer şekilde Fang vd. (2013) AG gruplarının genetik çeşitliliği ile virülens düzeyleri arasında bir ilişki olmadığını bildirmiştir.

Patojenite çalışması sonucunda, 3 adet AG-A ve 2 adet AG-K izolatları herhangi bir lezyon oluşturmamıştır. Sharon vd. (2007) İsrail’de yaptığı çalışmada benzer şekilde patojen olmayan Rh521 ve RU56-8 izolatlarının AG-A grubuna ait olduğunu bildirmiştir. Manici ve Bonora (2007), yaptıkları çalışmada, tüm AG-G izolatlarının patojen olduğunu, dört adet AG-A izolatının patojen olmadığını tespit etmişlerdir.

Çilek yetiştiriciliğinde hastalıklarla mücadelede biyolojik mücadele gibi alternatif yöntemler araştırılmaktadır. Bitki hastalıklarında özellikle toprak kökenli patojenlerle biyolojik mücadelede farklı etki mekanizmalarına sahip, ticari preparatları bulunan ve çok popüler olan *Trichoderma* spp.’nin karakterizasyonu ve bitki hastalıklarına karşı etkinliği tüm dünyada çalışılmaktadır.

Önemli çilek üretim illeri olan Mersin, Konya ve Bursa illerinden çilek rizosfer bölgesinden toplanan toprak örneklerinden ve patojen izolasyonu çalışmalarında toplam 180 adet *Trichoderma* spp. izolatu elde edilmiştir. Farklı gruplara ayrılan *Trichoderma* spp. izolatlarının *rpb2*, *tef1* ve ITS gen bölgesi sekanslarının BLAST analizi ile incelenmesi sonucunda tür teşhisleri yapılmıştır. Cai ve Druzhinina (2021) benzer şekilde, *Trichoderma* spp. teşhisinin üç gen bölgesinin incelenmesi ve benzerlik oranlarının *rpb2* (%99 ≤), *tef1* (%97≤) ve ITS (%77≤) olduğu zaman moleküler tür teşhisinin mümkün olduğunu bildirmişlerdir. *Trichoderma* spp. karakterizasyon çalışmalarında özellikle izolat sayısının çok fazla olduğu durumlarda, sadece *rpb2* gen bölgesi sonucuna (%99 ≤) göre tür tanısı yapılabileceği fakat dendogramda referans izolatlarla aynı grupta yer almayan izolatlar olması durumunda bu izolatların üç gen bölgesinin çoğaltılması ile tür tanısının yapılabileceği kanısına varılmıştır.

*Trichoderma* spp. izolatları, *T. harzianum* (82 adet), *T. koningii* (33 adet), *T. gamsii* (31 adet), *T. citrinoviride* (9 adet), *T. atroviride* (6 adet), *T. koningiopsis* (5 adet), *T. arundinaceum* (5 adet), *T. virens* (4 adet) *T. hamatum* (2 adet), *T. spirale* (2 adet) ve *T. afroharzianum* (1 adet), olmak üzere 11 farklı türe ayrılmıştır. Erzurum'da Demirer Durak (2011) tarafından yapılan çalışmada 52 adet *Trichoderma* spp. izolatu elde edilmiş ve benzer şekilde *T. harzianum* ve *T. virens* elde edilirken farklı olarak *T. rossicum* ve *T. asperellum* tespit edilmiştir. Aydın ilinde çilek üretim alanlarında Korkom (2016) tarafından yapılan çalışmada ise *T. harzianum*, *T. virens* ve *T. citrinoviride* bildirilmiştir. Aydın (2008) yaptığı çalışmada benzer olarak *T. atroviride*, *T. hamatum*, *T. gamsii*, *T. harzianum*, *T. virens* ve *T. spirale* türlerini, farklı olarak *T. asperellum*, *T. crassum*, *T. croceum*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. strigosum*, *T. tomentosum*, ve *T. viride* türlerini tespit etmiştir. Hammad vd. (2021) Cezayir' de çilek, domates ve sarmaşık rizosfer bölgesinden topraklardan yaptıkları izolasyonlarda çalışma sonucu ile benzer olarak *T. afroharzianum*, *T. gamsii* ve *T. atroviride* farklı olarak *T. brevicompactum*, *T. longibrachiatum*, *T. breve* ile *T. lixii* türlerini tespit etmişlerdir. Ülkemizde *T. koningii*, *T. atroviride*, *T. gamsii*, *T. koningiopsis*, *T. hamatum* ve *T. spirale* çilek üretim alanlarında ilk defa bu çalışma ile tespit edilmiştir. Degenkolb vd. (2008) tarafından yeni bir tür olarak tanımlanan *T. arundinaceum* türü ise ülkemizde tespit edilen ilk kayıttır.

*Trichoderma* spp. izolatlarının virülensi yüksek ve en yaygın olan binükleat *Rhizoctonia* AG-A grubuna karşı etkisi ise ikili kültür engelleme testleri ile belirlenmiştir. Yapılan testlerde *T. harzianum* izolatlarının %39-100 oranında *Rhizoctonia* AG-A izolatına karşı engelleme sağladığı belirlenmiştir. Demirer Durak (2011) benzer şekilde AG-A grubuna karşı *T. harzianum*' un yerel izolatlarının %40.81-53.95 arasında engelleme oranlarına sahip olduklarını bulmuştur. Çalışma sonucu ile benzer şekilde çilekte *R. solani*' ye karşı *T. harzianum*' un in vitro engelleme testlerinde Çin'de %44-%51.1 (Hu vd. 2022), Bangladeş'te %51.24-71.97 (Asad-Uz Zaman vd. 2015), Mısır'da %91.7 (Abd-El-Kareem vd. 2019) ve %69.50 (Ahmed ve El Fiki 2017), İspanya'da %60.08-60.12 (Porras vd. 2002), Meksika'da %70.22 (Morales-Mora vd. 2020) oranlarında engelleme sağladıkları bildirilmiştir. Mirmajlessi vd. (2016) Estonya' da çilekte *V. dahliae*' ya karşı ikili kültür engelleme testinde *T. harzianum* izolatlarının %17.9-88.1 arasında engelleme etkisi gösterdiklerini bildirmiştir.

*T. atroviride* izolatları ile yapılan engelleme testinde %63.5-100 arasında değişen oranlarda engelleme görülmüştür. *T. atroviride* ile dünyada yapılan benzer çalışmalarda Çin'de %60.4-60.9 (Hu vd. 2022), İspanya'da %52.72-56.15 (Porras vd. 2002) oranında engelleme görülmüştür. Anees vd. (2010) ise *R. solani*' ye karşı yaptıkları çalışmada bir adet *T. atroviride* P1 izolatının %40.32 oranında engelleme gösterdiğini bulmuşlardır. Engelleme oranının farklı ve düşük olmasının çalışmada sadece bir adet *T. atroviride* izolatı kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada binükleat *Rhizoctonia* spp.'ye karşı engelleme testinde *T. koningii* izolatlarının %69.8-100 arasında etki gösterdiği görülmüştür. Abd-El-Kareem vd. (2019) yaptıkları çalışmada *T. koningii*' nin *R. solani*' yi %93.4 oranında engellediğini bildirmişlerdir. Çilekte *M. phaseolina*' ya karşı yapılan engelleme testinde *T. koningii*' nin benzer şekilde %62.60 oranında etki gösterdiği bildirilmiştir (Khalifa vd. 2019).

*T. citrinoviride* izolatlarının engelleme oranları %42.2-70.1 arasında değişen oranlarda gerçekleşmiştir. Sekmen Çetinel vd. (2021), tarafından *T. citrinoviride*' nin tuz stresi ve *R. solani* enfeksiyonuna etkisinin araştırıldığı çalışmada ise engelleme oranı %79 olarak

tespit edilmiştir. Karlicic vd. (2021) yaptıkları çalışmada *Botryosphaeria dothidea*, *Dothiorella sarmentorum* ve *N. parvum*'a karşı engelleme testinde *T. citrinoviride*'nin %53-85 arasında engelleme gösterdiğini bildirmişlerdir.

İkili kültür engelleme çalışmasında *T. gamsii* izolatlarının %65.2-100 arasında etki gösterdikleri görülmüştür. Hammad vd. (2021) domateste yaptıkları çalışmada *T. gamsii* TGS7 izolatının *B. cinerea*' ya karşı %62-65 arasında engelleme gösterdiğini bildirmiştir. Anees vd. (2010) şeker pancarında *R. solani*' ye karşı *T. gamsii* izolatlarının %19.29-38.17 arasında değişen oranlarda engelleme gösterdiğini bildirmiştir. Aydın (2008) yaptığı çalışmada *R. solani*' ye karşı *T. gamsii*' nin üç izolatını denemiş ve iki izolatın çok kuvvetli hiperparazit, bir izolatın ise orta derece hiperparazit olduğunu bildirmiştir.

*T. koningiopsis* izolatlarının ikili kültür engelleme testi sonucunda %66.2-98.08 oranlarında etki gösterdikleri bulunmuştur. Zhang vd. (2015) Çin' de çilek rizosferinden elde ettikleri *Trichoderma spp.*' nin çilek kök çürüklüklerine karşı etkinliğini araştırdıkları çalışmada izolatların engelleme oranlarının %40' dan fazla olduğunu bildirmişlerdir. *T. koningiopsis*, *T. harzianum* ve *T. asperellum* izolatlarının üçünün daha etkili olduklarını ve bu üç türün karışık fermantasyon sıvısının engelleme oranının %57.9'a çıktığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Rodrigues de Carvalho Filho vd. (2021) Brezilya'da fasulyede yaptıkları çalışmada *T. koningiopsis* izolatlarının *S. sclerotiorum*' a karşı ikili kültür testinde %66.6 oranında engelleme gösterdiklerini bulmuşlardır. Ruangwong vd. (2021) yaptıkları çalışmada biberde *C. gleosporoides*' e karşı *T. koningiopsis* PSU3-2 izolatının %79.57 engelleme oranı ile en etkili izolat olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma sonunda binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya karşı ikili kültür engelleme testlerinde *T. virens* izolatlarının %55.5-63.9 arasında engelleme etkisi gösterdikleri tespit edilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde Demirer Durak (2011) yaptığı çalışmada AG-A grubuna karşı *T. virens* izolatlarının %44.59-51.68 arasında engelleme oranlarına sahip olduklarını bildirmiştir. Korkom ve Yıldız (2022) çilekte *M. phaseolina*' ya karşı *T. virens* Tvr4 izolatının %66.4 engelleme oranı ile en yüksek etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

Engelleme testlerinde *T. spirale* izolatlarının %67.1-100 arasında engelleme oranlarına sahip oldukları bulunmuştur. Aydın (2008) *R. solani*’ ye karşı *T. spirale* izolatlarının engelleme testleri sonucunda çok kuvvetli hiperparazit özellik gösterdiklerini bildirmiştir. Baiyee vd. (2018) ise marulda yaprak lekesi *Corynespora cassiicola* ve *Curvularia aeria*’ ya karşı *T. spirale* T76-1 izolatının sırasıyla %84.68 ve %93.03 arasında en yüksek engelleme oranlarını gösterdiğini bildirmiştir.

Çalışmamızda elde edilen iki adet *T. hamatum* izolatının binükleat *Rhizoctonia* AG-A’ ya karşı %99.1 ve %99.2 oranlarında engelleme gösterdikleri bulunmuştur. Khalifa vd. (2019) çilekte *M. phaseolina*’ ya karşı *T. hamatum* izolatları ile yaptıkları çalışmada engelleme oranlarını %66.66-73.33 arasında tespit etmişlerdir. Mısır’ da Ahmed ve El-Fiki (2017) tarafından yapılan çalışmada *R. solani*’ye karşı engelleme testinde %69.50 ile en yüksek etkiyi *T. harzianum* gösterirken, %53.33 oran ile en düşük etkiyi *T. hamatum*’ un gösterdiği bildirilmiştir.

Çalışmamız kapsamında *T. afroharzianum* izolatının engelleme oranı %90.7 olarak bulunmuştur. Korkom (2022) *M. phaseolina*’ ya karşı yaptığı çalışmada engelleme testinde *T. afroharzianum* Tr125 izolatının %84.81 oranında etkili olduğunu bildirmiştir. Mokhtar vd. (2017) Fas’ ta yaptıkları çalışmada *T. afroharzianum*’ un *R. solani*’ ye karşı %98.3 engelleme oranı ile en yüksek etkiyi gösteren izolat olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda ülkemizde ilk defa tespit edilen *T. arundinaceum* izolatlarının engelleme oranları %48.3-85.8 arasında değişiklik göstermiştir. Çilekte siyah kök çürüklüğü patojeni binükleat *Rhizoctonia* AG-A’ ya karşı *T. arundinaceum*’ un ikili kültür testinde etkinliği ilk defa bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

*Trichoderma* spp.’ nin binükleat *Rhizoctonia* AG-A’ ya saksı denemesinde uygulamaların etkisine bakılmış ve hastalık şiddeti, bitki boyu, kök boyu ile bitki yaş ağırlığı arasında önemli fark çıktığı görülürken, kök yaş ve kuru ağırlıkları arasında fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. *Trichoderma* spp. izolatlarının hastalık şiddetine etkisine bakıldığında,

en yüksek etkiyi %82.35 ile *T. harzianum* ve *T. spirale* göstermiştir. Ticari preperat olarak kullanılan T22 uygulamasında %74.5, *T. gamsii* ve *T. koningii* uygulamasında ise %70.58 oranlarında etki gerçekleşmiştir. Fungisit olarak fosforoz asit (400 ml/100 l) uygulamasında ise %88.23 etki gerçekleşmiştir. Demirer Durak (2011) benzer şekilde *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. virens*, ve *T. rossicum* ile AG-A grubuna karşı yaptığı çalışmada, en yüksek etkiyi %35 ile *T. harzianum* izolatında bildirmiştir. Ahmed ve El-Fiki (2017) çalışma sonucu ile benzer şekilde, *T. harzianum* izolatının 2015-2016 üretim sezonunda hastalık şiddetinde %7.67 ve etkinlikte %77, 2016-2017 üretim sezonunda hastalık şiddetinde %14.67, etkinlikte %67.2 oranları ile en yüksek etkiyi gösteren uygulama olduğunu bildirmiştir. Çilekte *M. phaseolina*’ ya karşı yapılan çalışmada ise Korkom (2022) hastalık şiddeti ve yaş ağırlığa etkide en yüksek etkiyi *T. afroharzianum*’ a ait izolatların gösterdiklerini bildirmiştir. Abd-El-Kareem vd. (2019) *T. harzianum*, *T. virinis*, *T. koningii* ve *T. viride*’ nin yerel izolatlarının çilek kök çürüklüğü hastalığında %83.3 hastalık oranı ve %88.5 hastalık şiddeti ile en yüksek etkiyi dört *Trichoderma* türünün karışımı ile elde etmiştir. Zhang vd. (2015) Çin’ de çilek rizosferinden elde ettikleri *Trichoderma* spp.’ nin çilek kök çürüklüklerine karşı etkinliğini araştırdıkları çalışmada izolatların engelleme oranlarının %40’ dan fazla olduğunu bulmuştur. Saksı denemesinde *T. koningiopsis*, *T. harzianum* ve *T. asperellum* karışımının hastalık oranının %10.2 ve kontrol etkinliğinin %66.8 olduğunu ortaya koymuştur.

Çilek yetiştiriciliğinde siyah kök çürüklüğü yanında diğer önemli kök çürüklük hastalıkları ile mücadelede ilk ve en önemli aşama hastalıklardan arı temiz fide temini olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprak kökenli patojenlere karşı metil bromidin yasaklanması ile üretim yerinin dezenfeksiyonu güçleşmiştir. Kök çürüklük hastalıklarından korunmak için patojenlerden arı çilek fidesi sağlandığı ölçüde başarı elde edilebilecektir. Ülkemizde çilek fidesi ihtiyacının büyük bölümü birkaç firma tarafından üretilmekte ve ülkenin tamamına dağıtılmaktadır. Dinler (2014) tarafından yapılan çalışmada ortaya konulduğu üzere patojenlerle bulaşık çilek fideleri ile bahçe tesis edilen her yerde hastalık etmenleri bulaşma imkanı elde etmektedir. Bu nedenle ilk önce çilek fidesi üretim yerlerinde temiz toprak kullanarak ve mümkünse topraksız tarım ile üretim yapılan anaç materyallerden elde edilen fidelerle üretim yapılmalıdır.

Binükleat *Rhizoctonia* AG-A' ya karşı *Trichoderma* spp.' nin olumlu etkileri mikoparazitik özelliklerinden, endokitinaz,  $\beta$ -glukozidaz, 1,3-glukanaz ve trikodermin gibi antifungal maddelerin üretimi ile alan veya besin için patojenlerle rekabet yeteneği gibi farklı mekanizmalar ile gerçekleştiği düşünülmektedir. *Trichoderma* spp. ile toprak kökenli patojenlerin biyolojik mücadelesinde antagonistlerin tek tür yerine farklı etki mekanizması ile öne çıkan birden fazla türün karışımının araştırılması ve kullanılmasının daha etkili sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında çalışmaların arazide örtü altında ve ümitvar *Trichoderma* spp. türlerinin farklı düzeyde etki mekanizmalarına sahip birden fazla türün karışımlarının araştırılmasına ihtiyaç vardır. Çilek fidesi üretim aşamasında özellikle tüplü taze fide üretiminde ve fideliklerde üretim harçlarına etkinliği belirlenmiş *Trichoderma* spp. karışımlarının uygulanarak hastalığı engelleme kapasitesinin arazi koşullarında araştırılması gerekmektedir. Bu şekilde etkili olduğu belirlenen *Trichoderma* spp.' nin bahçe tesisi sonrası ilerleyen süreçte damla sulama ile bitkilere verilerek kök çürüklük hastalığına ve verime etkisi ile arazi koşullarında sürdürülebilirliği gelecekte araştırılması gereken konular olarak öne çıkmaktadır.

*Trichoderma* spp. izolatlarının patojen olmadan tek başına yapılan uygulamalarında bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlıklarına etkileri önemli olurken, kök boyu ve bitki yaş ağırlığı ölçümlerinde oluşan fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Bitki boyuna kontrole göre en yüksek etkiyi *T. harzianum*' un gösterdiği, T22 izolatının kontrolle aynı grupta yer almakla beraber olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Demirer Durak (2011) *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. rossicum* ve *T. virens* türlerinin çileğe etkisini araştırdığı çalışmada, kök uzunluğunda en yüksek etkiyi benzer şekilde *T. harzianum* izolatında elde etmiştir.

Biyolojik mücadele gıda güvenliği için daha uygun bir mücadele yöntemi olmasının yanında, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olmamasıyla günümüzde her geçen gün önem kazanmakta ve popüleritesi artmaktadır. Gıda güvenliğini hedefleyen; iyi tarım ve organik tarım gibi uygulamaları desteklemesiyle biyolojik mücadele büyük öneme

sahiptir. Doğal kaynakları verimli kullanarak, biyo-çeşitliliği koruyarak ve çevre kirliliğini azaltarak iklim krizine neden olan faktörleri azaltmayı hedefleyen AB Yeşil Mutabakat eylem planı, tarladan sofraya sürdürülebilir tarım politikalarını hedef olarak belirlemiştir. AB Yeşil Mutabakat anlaşmasının pestisit kullanımını 2030 yılına kadar %50 oranında azaltma hedefine ulaşabilmesi için alternatif olarak biyolojik preparatların, biyolojik mücadelenin ön plana çıkarılması, desteklenmesi, biyolojik ürünlerin üretiminin artırılması gereklidir. Bu anlamda biyolojik mücadele önümüzdeki yıllarda daha fazla önem kazanacak bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizde *Trichoderma* spp. kullanımını hedef alan pek çok araştırma yapılmış olmakla beraber, elde edilen ümitvar izolatlar ve sonuçlar ürün aşamasına gelememiştir. Çalışma sonuçları arazide etkinlik denemeleri, toksikolojik çalışmalar gibi ileri aşamaları yapılamadan büyük oranda akademik düzeyde kalmaktadır. Biyolojik bitki koruma ürünlerinin ülkemizde ruhsatlandırılması konusunda mevzuat eksikliği, sürdürülebilirlik, ortalama bir ürün geliştirme süresi olan en az 10 yıl boyunca çalışacak insan kaynağı gibi temel sorunlar mevcuttur. Biyolojik mücadelede yerli ürün geliştirme önünde bulunan yapısal sorunların çözülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Üniversiteler, Tarım ve Orman Bakanlığı ile özel sektörün üçlü işbirliği ile yerli biyolojik mücadele ürünleri geliştirilerek üreticinin kullanımına sunulmasının ve bu alanda çalışmaların yoğunluk kazanmasının bitki hastalıklarına karşı biyolojik mücadele çalışmalarının geleceği açısından büyük önem arz ettiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abd-El-Kareem, F., Elshahawy, I.E. and Abd-Elgawad, M.M.M. 2019. Local *Trichoderma* strains as a control strategy of complex black root rot disease of strawberry in Egypt. Bull Natl Res Cent 43, 160. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0206-7>
- Adak, N. ve Gübbük, H. 2015. "Effect of Planting Systems and Growing Media on Earliness, Yield and Quality of Strawberry Cultivation under Soilless Culture." Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, vol.43, no.1, pp.204-209.
- Adnan, M., Islam, W., Shabbir, A., Khan, K.A., Ghramh, H.A., Huang, Z., Han, Y.H., Chen, H.Y.H. and Lu, G. 2019. Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. Microbial Pathogenesis 129, 7–18, <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.042>
- Ahmed, M. F. A. and El-Fiki, I. A. I. 2017. Effect of biological control of root rot diseases of strawberry using *Trichoderma* spp. Middle East J Appl Sci, 7(3), 482-492.
- Aktan, Z. C., Soylu, S., Çiftçi, O., ve Türkölmez, Ş. 2020. First report of root rot caused by *Ceratobasidium* sp. on sweet almond in Turkey. Journal of Plant Pathology, 102(1), 241-242.
- 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 114:691-701
- Anonim 2008. Zırai Mücadele Teknik Talimatları, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Cilt 4, 354-365.
- Anonim 2018. Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele. Editör Nevzat BİRİŞİK, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 224s.
- Anonim 2021. Çilek e-Çalıştayı. Antalya Tarım ve Orman İl Müdürlüğü. 16-19.11.2021. 232 s.
- Anonim 2022 a. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi:12.10.2022)
- Anonim 2022b. Çilek Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarım ve Orman Bakanlığı, 85 s.
- Anonim 2023. Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı Programı. <https://bku.tarim.gov.tr/Arama/Index>, Erişim tarihi: 05.01.2023.
- Anonymous 2023. Food ve Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi:10.01.2023
- Asad-Uz-Zaman, M., Bhuiyan, M. R., Khan, M. A. I., Bhuiyan, M. K. A. and Latif, M. A. 2015. Integrated options for the management of black root rot of strawberry

- caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. Comptes Rendus Biologies, 338(2), 112-120.
- Askew, D.J. and Laing, M.D. 1994. The *in vitro* screening of 118 *Trichoderma* isolates for antagonism to *Rhizoctonia solani* and an evaluation of different environmental sites of *Trichoderma* as sources of aggressive strains. Plant and Soil, 159: 277-281.
- 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, 1939-1948.
- Aybak, H.Ç. 2005. Çilek Yetiştiriciliği, Hasat Yayıncılık, 118s.
- Aydın, M.H. 2008. Patates Yetiştiriciliğinde Sorun Olan *Rhizoctonia solani*'nin Biyolojik Savaşımı ve Bunun Kimyasal Savaşla Entegrasyonu. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Bornova-İzmir.
- Aydın, M. H. and Ünal, F. 2021. Anastomosis Groups and Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn Isolates Obtained from Pistachio (*Pistacia vera* L.) Saplings in Siirt Province, Turkey. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8(1), 18-26.
- Aysan, M. (2018). Çilekte *Rhizoctonia* Kök Çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)' ne Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Aysan, M., Kozak Özdemir, S. ve Erkilic, A. 2019. Çilekte *Rhizoctonia* Kök Çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)'ne Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin Etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (2) , 173-180 DOI: 10.33462/jotaf.521637
- Baiyee, B., Pornsuriya, C., Ito, S. and Sunpapao, A. 2018. *Trichoderma spirale* T76-1 displays biocontrol activity against leaf spot on lettuce (*Lactuca sativa* L.) caused by *Corynespora cassiicola* or *Curvularia aeria*. Biological Control. doi:10.1016/j.biocontrol.2018.10
- Baldi, I., Cantagrel, A., Lebailly, P., Tison, F., Dubroca, B., Chrysostome, V. and Brochard, P. 2003. Association between Parkinson's disease and exposure to pesticides in southwestern France. Neuroepidemiology, 22(5), 305-310.
- Benlioğlu, S., Yıldız, A. and Döken, T. 2004. Studies to Determine the Causal Agents of Soil-borne Fungal diseases of Strawberries in Aydın and Control them by Soil Disinfestation. Journal of Phytopathology 152: 509-513.
- Benlioğlu, S., Dinler, H., Yıldız, A., Özyılmaz, Ü. ve Benlioğlu, K. 2018. Türkiye' de Çilek Fideliklerinde Karşılaşılan Sorunlar. ADÜ Ziraat Dergisi, 15 (1):121-126.

- Bildik, M.N. 2017. Türkiye’de Yetiştirilen Önemli Çilek Çeşitlerinin *Phytophthora*’ ya Tepkilerinin Moleküler Belirteçler İle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalı, Niğde.
- Borrero, C., Avilés-García, I., López, N. and Avilés, M. 2019. First report of root rot on strawberry caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-K in Spain. Plant Disease, 103(2), 376.
- Botha, A., Denman, S., Lamprecht, S.C., Mazzola, M. and Crous, P.W. 2003. Characterisation and pathogenicity of *Rhizoctonia* isolates associated with black root rot of strawberries in the Western Cape Province, South Africa. Australasian Plant Pathology, 32(2):195-201.
- Buhur, N. 2014. Aydın İlinde Çeşitli Kültür Bitkilerinden Elde Edilen Patojen *Rhizoctonia* Spp. İzolatlarının Anastomosis Gruplarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Aydın.
- Cai, F. and Druzhinina, I. S. 2021. In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of *Trichoderma*. Fungal Diversity, 107(1), 1-69.
- Card, S. D., Walter, M., Jaspers, M. V., Sztejnberg, A. and Stewart, A. 2009. Targeted selection of antagonistic microorganisms for control of *Botrytis cinerea* of strawberry in New Zealand. Australasian Plant Pathology, 38, 183–192.
- Chen, Q., Yin, S.L., Zhang, X.G. Ma, X.Y., Zhong, S. and Zhang, G.Z. 2021. *Dactylonectria* species associated with black root rot of strawberry in China. Australasian Plant Pathology, 50, 501–511. <https://doi.org/10.1007/s13313-021-00804-1>
- Clarkson, J.D.S. and Cook, R.J. 1983. Effect of sharp eyespot on yield loss in winter wheat. Plant Pathology., 32: 421-428.
- Cromey, M.G., Buthler, R.C., Boddington, H.J. and Moorhead, A.R. 2002. Effects of sharp eye spot on yield of wheat (*Triticum aestivum*). N. Z. Crop Hortic.Sci., 30: 9-17
- Cubeta, M.A. and Vilgalys, R. 1997. Population Biology of the *Rhizoctonia solani* Complex. Phytopathology, 87, 4, 480-484.
- Degenkolb, T., Dieckmann, R., Nielsen, K. F., Gräfenhan, T., Theis, C., Zafari, D. and Samuels, G. J. 2008. The *Trichoderma brevicompactum* clade: a separate lineage with new species, new peptaibiotics, and mycotoxins. Mycological Progress, 7, 177-219.
- Demirer Durak, E. 2011. Erzurum İlinde Çilek Bitkilerinden İzole Edilen *Rhizoctonia* Türlerinin Anastomosis Grupları, Patojeniteleri ve Biyolojik Mücadeleleri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Demirer Durak, E. ve Demirci, E. 2014 Erzurum İlinde Çilek Bitkilerinden İzole Edilen *Fusarium* Türlerinin Patojeniteleri. Bitki Koruma Bülteni 54: 247–253
- Demirer Durak, E. ve Demirci, E. 2018. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia* species from strawberry plants in Erzurum province, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 27(6):4206-42011.
- D'Ercole, N., Nipoti, P. and Manzali, D. 1989. Research On The Root Rot Complex Of Strawberry Plants. Acta Hortic. 265, 497-506  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.265.74>
- Dinler, H. 2014. Çilek Fidelerinde Toprak Kaynaklı Fungal Etmenlerin Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın.
- Dinler, H., Benlioğlu, S. and Benlioğlu, K. 2015. Incidence of Fungal Pathogens in Strawberry Seedlings in Aydın Province. The Journal of Turkish Phytopathology 4(1– 3): 31–38.
- Dinler, H., Benlioğlu, S. and Benlioğlu, K. 2018. *Rhizoctonia fragariae* causes black root rot on strawberry seedlings in Turkey. Australasian Plant Dis. Notes (2018) 13:23
- Dong, W., Li, Y., Duan, C., Li, X., Naito, S., Conner, R. L. and Li, C. 2017. Identification of AG-V, a new anastomosis group of binucleate *Rhizoctonia* spp. from taro and ginger in Yunnan province. European Journal of Plant Pathology, 148(4), 895-906.
- Eken, C. 2008. Phytopathological problems of strawberry in Erzurum, Turkey. In Workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from 838 (pp. 129-132).
- Elad Y., Chet I. and Henis Y. 1981. Biological Control of *Rhizoctonia solani* in Strawberry Fields by *Trichoderma harzianum*. Plant and Soil 60:245-254.
- Erper, I., Ozer, G., Yildirim, E., Zholdosbekova, S. and Turkkan, M. 2021. First report of root rot on strawberry caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-G and AG-K in Kyrgyzstan. Journal of Plant Pathology, 1-2.
- Fang, X. L., Phillips, D., Li, H., Sivasithamparam, K. and Barbetti, M. J. 2011. Severity of crown and root diseases of strawberry and associated fungal and oomycete pathogens in Western Australia. Australasian plant pathology, 40(2), 109-119.
- Fang, X.L., Phillips, D., Verheyen, G., L., H., Sivasithamparam, K. and Barbetti, M.J. 2012. Yields and resistance of strawberry cultivars to crown root diseases in the field, and cultivar responses to pathogens under controlled environment conditions. Phytopathologia Mediterranea. 51(1):69-84.

- Fang, X.L., Finnegan, P.M. and Barbettı, 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
- Ferreira, F.V. and Musumeci M.A. 2021. *Trichoderma* as biological control agent: scope and prospects to improve efficacy. World Journal of Microbiology and Biotechnology 37:90. <https://doi.org/10.1007/s11274-021-03058-7>
- Gams, W. and Bisset, J. 2002. Morphology and identification of *Trichoderma* In *Trichoderma and Gliocladium*. Volume 1: Basic biology, taxonomy and genetics. CRC Press.
- Garrido, C., Carbú, M., Fernández-Acero, F. J., González-Rodríguez, V. E. and Cantoral, J. M. 2011. New insights in the study of strawberry fungal pathogens. Genes Genomes Genomics, 5(1), 24-39.
- Ghazanfar, M.U., Mubashar, R., Wagas, R. and Mısbah, Iqbal Q. 2018. *Trichoderma* As Potential Biocontrol Agent, Its Exploitation in Agriculture A Review. Plant Protection, 02:(03), 109-135.
- Guarnaccia, V., Gilardi, G., Pugliese, M. and Gullino, M. L. 2022. First Report of Multinucleate *Rhizoctonia solani* AG4 HG-I Causing Crown and Root Rot on Strawberry in Italy. Plant Disease, 106(1), 332.
- Günaçtı, H., Yücel, S. ve Can, C. 2018. Çilek Meyve ve Fide Üretim Alanlarında Kimyasal ve Kimyasal Olmayan Toprak Dezenfeksiyon Uygulamalarının Toprak Kökenli Patojenlere ve Verime Etkileri. Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri, 14-17 Kasım 2018, Muğla, 73.s
- Gürer, M. ve Coşkun, H. 1993. Occurrence of Strawberry Diseases in Turkey. 6th International Congress of Plant Pathology, 28 July–6 August, 1993 (Abstract).
- Gürkanlı, C. T. and Ozkoc, İ. 2011. First report of BN *Rhizoctonia* from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in Samsun, Turkey. Pakistan Journal of Botany, 43(1), 51-57.
- Hammad, M., Guillemette, T., Alem, M., Bastide, F. and Louanchi, M. 2021. First report of three species of *Trichoderma* isolated from the rhizosphere in Algeria and the high antagonistic effect of *Trichoderma brevicompactum* to control grey mould disease of tomato. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 31(1), 1-11.
- Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CABI Publishing, University Press, 273 p, Cambridge.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Microbiology, 2, 43-56.
- Hu, Y.J., Yang, H.M., Jin, J., Yan, H.H., Wang, J.P. and Zhang, R.Q. 2022. Synergistic activity of antagonistic *Trichoderma* spp. and *Rhizoctonia solani* increases

- disease severity on strawberry petioles. European Journal of Plant Pathology. <https://doi.org/10.1007/s10658-022-02568-w>
- Jaklitsch, W.M. 2009. European species of *Hypocrea* Part I. The green-spored species, *Studies in Mycology* 63: 1–91.
- Jaklitsch, W.M. 2011. European species of *Hypocrea* Part II. Species with hyaline ascospores, *Fungal Diversity* 48:1–250.
- Jaklitsch, W.M. and Voglmayr, H. 2015. Biodiversity of *Trichoderma* (Hypocreaceae) in Southern Europe and Macaronesia. *Studies In Mycology*, 80: 1–87.
- Kapkın, A. 1978. İzmir İli Çileklerinde Tarla Döneminde ve Hasat Sonrasında Görülen Fungal Etmenlerin Saptanması ve Bunların Patojenisiteleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Uzmanlık Tezi, İzmir
- Karličić, V., Zlatković, M., Jovičić-Petrović, J., Nikolić, M. P., Orlović, S. and Raičević, V. 2021. *Trichoderma* spp. from pine bark and pine bark extracts: Potent biocontrol agents against Botryosphaeriaceae. *Forests*, 12(12), 1731.
- Karman, M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. 279s., Bornova-İzmir.
- Kaya, F. ve Karaca, G. H. 2020. Antalya ilinde yetiştirilen çileklerde hastalığa neden olan fungal etmenler. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(1), 21-26.
- Kesimci, T. G., Durak, E. and Demirci, E. 2022. *Rhizoctonia* Species From Strawberry Plants In Erzincan, Turkey: Anastomosis Groups And Pathogenicity. *Journal Of Animal And Plant Sciences-Japs* , vol.32, no.3, 721-728.
- Khalifa, E.S.Z., Amer, G.A.A., Bakr, R.A. and Hamad, A.S. 2019. Bio-control efficacy of *Trichoderma* against strawberry charcoal rot disease. *Egyptian Journal of Crop Protection*, 14(1), 1-10.
- Kim, W. G., Cho, W. D. and Lee, Y. H. 1992. Anastomosis Groups and Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Isolates from Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *The Plant Pathology Journal*, 8(2), 91-95.
- Kodati, S., Gambir, N., Yuen, G., Adesemoye, A. O. and Everhart, S. E. 2022. Diversity and Aggressiveness of *Rhizoctonia* spp. from Nebraska on Soybean and Cross-Pathogenicity to Corn and Wheat. *Plant Disease*, 106(10), 2689-2700.
- Korkom, Y. 2016. Aydın İli Çilek Üretim Alanlarında *Trichoderma* Türlerinin Belirlenmesi ve *Macrophomina phaseolina*'ya Karşı Etkinliklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın.
- Korkom, Y. 2022. Aydın ili tarım alanlarından elde edilen *Trichoderma* spp.'nin tanılanması ile çilekte kömür çürüklüğü hastalığına ve bitki gelişimine

etkilerinin belirlenmesi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Korkom, Y. ve Yildiz, A. 2020. Çilek üretim alanlarından izole edilen *Trichoderma* izolatlarının çilekte (cv. Rubygem) *Macrophomina phaseolina*'ya karşı etkinliğinin değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1), 21-28.
- Korkom, Y. ve Yildiz, A. 2022. Evaluation of biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against charcoal rot of strawberry. Journal of Plant Pathology, 104, 671–682. doi:10.1007/s42161-022-01063-9
- Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular biology and evolution, 33(7), 1870-1874.
- Küçük, G. ve Yüce Dural, B. 2022. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Yeşil Ekonomiye Geçiş: Enerji Senaryoları Üzerinden Bir Değerlendirme. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22 (1), 137-156. DOI: 10.18037/ausbd.1095137
- Lázaro, E., Makowski, D. and Vicent, A. 2021. Decision support systems halve fungicide use compared to calendar-based strategies without increasing disease risk. Communications Earth & Environment 2, 224 <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00291-8>
- Leandro, L. F. S., Guzman, T., Ferguson, L. M., Fernandez, G. E. and Louws, F. J. 2007. Population dynamics of *Trichoderma* in fumigated and compost-amended soil and on strawberry roots. Applied Soil Ecology, 35(1), 237-246.
- Liu, Y. J., Whelen, S. and Hall, B. D. 1999. Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit. Molecular biology and evolution, 16(12), 1799-1808.
- Lombardi, N., Salzano, A.M., Troise, A.D., Scaloni, A., Vitaglione, P., Vinale, F., Marra, R., Caira, S., Lorito, M., d'Errico, G., Lanzuise, S. and Woo, S.L. 2020a. Effect of *Trichoderma* Bioactive Metabolite Treatments on the Production, Quality, and Protein Profile of Strawberry Fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68 (27), 7246-7258. DOI: 10.1021/acs.jafc.0c01438
- Lombardi, N., Caira, S., Troise, A.D., Scaloni, A., Vitaglione, P., Vinale, F., Marra, R., Salzano, A.M., Lorito, M and Woo, S.L. 2020b. *Trichoderma* Applications on Strawberry Plants Modulate the Physiological Processes Positively Affecting Fruit Production and Quality. Front. Microbiol. 11:1364. doi: 10.3389/fmicb.2020.01364
- Maas, J.L. 1998. Compendium of strawberry diseases. 2nd Ed. APS Press: Beltsville, MD. 138p.
- Maas, J. L. 2004. Strawberry disease management. Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II, 441-483.

- MacNish, G.C. and Neate, S.M. 1996. *Rhizoctonia* bare of cereals. Plant Diseases. 80 (9): 965-971.
- Manici, L.M. and Bonora, P. 2007. Molecular genetic variability of Italian binucleate *Rhizoctonia* spp. isolates from strawberry. Agriculture Research Council (C.R.A.) – I.S.C.I, Via di Corticella 133, Bologna, 40129.
- Martin, F.N. 2000. *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in Central Coastal California. Phytopathology, 90, 345–353.
- Martin, S.B. 1988. Identification, isolation frequency, and pathogenicity of anastomosis groups of binucleate *Rhizoctonia* spp. from strawberry roots. Phytopathology, 78 (4), 379-384.
- McMahon, T. A., Halstead, N. T., Johnson, S., Raffel, T. R., Romansic, J. M., Crumrine, P. W. and Rohr, J. R. 2012. Fungicide-induced declines of freshwater biodiversity modify ecosystem functions and services. Ecology Letters, 15(7), 714-722.
- Mirmajlessi, S. M., Mänd, M., Najdabbasi, N., Larena, I. and Loit, E. 2016. Screening of native *Trichoderma harzianum* isolates for their ability to control *Verticillium* wilt of strawberry. Seyed Mahyar Mirmajlessi, 136.
- Mokhtari, W., Chtaina, N., Halmschlager, E., Volgmayr, H., Stauffer, C. and Jaklitsch, W. 2017. Potential antagonism of some *Trichoderma* strains isolated from Moroccan soil against three phytopathogenic fungi of great economic importance. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 5 (3):248-254
- Morales-Mora, L. A., Andrade-Hoyos, P., Valencia-de Ita, M., Romero-Arenas, O., Silva-Rojas, H. V. and Contreras-Paredes, C. A. 2020. Characterization of strawberry associated fungi and in vitro antagonistic effect of *Trichoderma harzianum*. Revista mexicana de fitopatología, 38(3), 434-449.
- Nandeesha, C. V., Nandeesha, K. L. and Bhaliya, C. M. 2021. Evolutionary biology and interaction among the anastomosis groups of *Rhizoctonia* spp. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 10(2), 461-466.
- O'Donnell, K., Kistler, H.C., Cigelnik, E. and Ploetz, R.C. 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. Proceedings of the National Academy of Science of the USA, 95:2044-2049.
- Özaktan, H. , Aysan, Y. , Yıldız, F. ve Kınay, P. 2010. Fitopatolojide biyolojik mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1 (1), 61-78. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tbmd/issue/22453/240186>
- Öztürk Erdem, S. ve Çekiç, Ç. 2017. Geçmişten Günümüze Çilek Islahı. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6 (3):105-115.

- Pala, H. 1987. Çileklerde kök çürüklüğü etmeni ve antagonistlerin saptanması, hastalık çıkışı üzerine toprak solarizasyonunun etkisinin araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Phillips, D. and Golzar, H. 2008. Strawberry root and crown rot disease survey. Bulletin No.4747, ISSN 1833 -7236 Department of Agriculture and Food Western Australia, W.A.
- Porras, M., Barrau, C., Santos, B., Arroyo, F. T., Blanco, C. and Romero, F. 2002. Effects of temperature on in vitro response of *Trichoderma* strains against strawberry pathogen *Rhizoctonia solani* Kuhn. Plant Protection Science-Prague-, 38, 620-622.
- Porras, M., Barrau, C. and Romero, F., 2007. Effects of Soil Solarization and *Trichoderma* on Strawberry Production. Crop Protection (26): 782-787.
- Poveda, J. 2021. Glucosinolates profile of *Arabidopsis thaliana* modified root colonization of *Trichoderma* species. Biological Control, Volume 155, 104522, ISSN 1049-9644, <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104522>.
- Provost, D., Cantagrel, A., Lebailly, P., Jaffré, A., Loyant, V., Loiseau, H., and Baldi, I. 2007. Brain tumours and exposure to pesticides: a case-control study in southwestern France. Occupational and environmental medicine, 64(8), 509-514.
- Reeb, V., Lutzoni, F. and Roux, C., Contribution of RPB2 to multilocus phylogenetic studies of the euascomycetes (Pezizomycotina, Fungi) with special emphasis on the lichen-forming Acarosporaceae and evolution of polyspory. Mol. Phylogenet. Evol. 32 (2004) 1036–1060, <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.04.012>.
- Rodrigues de Carvalho Filho, M., Rafael da Silva, L., Henrique Pereira Costa Muniz, P., Diego Costa Carvalho, D. and Corrêa Marques de Mello, S. 2021. Characterization of Novel Brazilians Rhizosphere Soil *Trichoderma* spp. to Select Effective Biocontrol Agents against *Sclerotinia sclerotiorum* on Beans.
- Royse, D.J. and Ries, S.M. 1978. The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytospora cincta*. Phytopathology, Vol:68, 603-607.
- Ruangwong, O. U., Pornsuriya, C., Pitija, K. and Sunpapao, A. 2021. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma koningiopsis* PSU3-2 against postharvest anthracnose of chili pepper. Journal of Fungi, 7(4), 276.
- Sarıgül Ertek, T., Katırcıoğlu, Y.Z. and Maden S. 2018. Fungal diseases of strawberry grown in Düzce province of Turkey. Plant Protection Bulletin, 58 (3):123-129.
- Sekmen Cetinel, A. H., Gokce, A., Erdik, E., Cetinel, B. and Cetinkaya, N. 2021. The Effect of *Trichoderma citrinoviride* Treatment under Salinity Combined to *Rhizoctonia solani* Infection in Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Agronomy, 11(8), 1589.

- Serçe, S. ve Özgen, M. 2014. Çilek Yetiştiriciliği ve Yeni Eğilimler. Tarım Türk 47 (Mayıs-Haziran) 86-92.
- Shafir, S., Dag, A., Bilu, A., Abu-Toamy, M. and Elad, Y. 2006. Honey bee dispersal of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* T39: effectiveness in suppressing *Botrytis cinerea* on strawberry under field conditions. European Journal of Plant Pathology 116, 119–128.
- Sharon, M., Freeman, S., Kuninaga, S. and Sneh, B. 2007. Genetic diversity, anastomosis groups and virulence of *Rhizoctonia* spp. from strawberry. European Journal of Plant Pathology, 117:247-265.
- Sharon, M., Sneh, B., Kuninaga, S., Hyakumachi, M. and Naito, S. 2008. Classification of *Rhizoctonia* spp. using rDNA-ITS sequence analysis supports the genetic basis of the classical anastomosis grouping. Mycoscience, 49(2), 93-114.
- Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S. and Dijkstra, G. 1996. *Rhizoctonia* species: Taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and diseases control. 1-559.
- Türemiş, N., Özgüven, A.I. ve Paydaş, S. (2000). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çilek Yetiştiriciliği. TOGTAG. Adana
- Türkölmez, Ş., Çiftçi, O., Derviş, S. And Ulubaş Serçe, Ç. 2019. First report of binucleate *Rhizoctonia* AG-F causing stalk and root rot of corn (*Zea mays*) in Turkey. Plant Disease, 103(8), 2134.
- Uysal, S. ve Erkilic, A. 2022. Silifke çilek alanlarında fungal sorunların saptanması ve *Botrytis cinerea* izolatlarının bazı fungusitlere duyarlılığının belirlenmesi . Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (3), 384-395. DOI: 10.37908/mkutbd.1097305
- Vilgalys, R. and Cubeta, M.A. 1994. Molecular systematics and population biology of *Rhizoctonia*. Annual Review Phytopathology, 32:135-155.
- Viel, J.-F. and Challier, B. Bladder 1995. Cancer among French farmers: does exposure to pesticides in vineyards play a part? Occup. Environ. Med. 52, 587–592.
- Vojvodić, M., Tanović B, Mihajlović M, Mitrović P, Vico I. and Bulajić A 2018. Molecular identification and characterization of binucleate *Rhizoctonia* spp. associated with black root rot of strawberry in Serbia. Pestic. Phytomed. 33 (2), 97–107 <https://doi.org/10.2298/PIF1802097V>
- 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 MA, Gelfand DH, Sninsky J, White TJ (eds), PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications. Academic Press, San Diego, 315–322 pp.
- Wing, K.B., Pritts M.P. and Wilcox W.F. 1994. Strawberry black root rot: A review. Adv. Strawberry Research., 13:13-19.

- Woodhall, J. W., Brown, L., Harrington, M., Murdock, M. R., Pizolotto, C. A., Wharton, P. S. and Duellman, K. M. 2022. Anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia* associated with potatoes in Idaho. Plant Disease, (ja).
- 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), 1757-1763.
- Yıldız, A., Benlioğlu, S., Boz, Ö. and Benlioğlu, K. 2010. Use of Different Plastics for Soil Solarization in Strawberry Growth and Time Temperature Relationships for the Control of *Macrophomina phaseolina* and Weeds. Phytoparasitica 38(5): 463-473.
- Yıldız, A. and Benlioğlu, S. 2013. A laboratory bioassay for evaluating pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* isolates to strawberry stolons. DOI 10.1007/s12600-013-0370-5. Phytoparasitica.
- Yücel, S. ve Günaçtı H. 2019. Toprak solarizasyonu ve fumigant uygulamalarının domates ve çilek seralarında fungal kök hastalıklarına etkisi. Toprak Su Dergisi, 8 (2) : 107-113.
- Zeller, S.M. 1932. A Strawberry Disease Caused by *Rhizoctonia*. Station Bulletin 295. Agricultural Experiment Station, Oregon State Agricultural College. 22 p.
- Zhang, H., Song, Y., Lu, X. and Ying, N. 2015. Screening, identification and the effect validation of *Trichoderma* against the root rot of strawberry. Journal of Shenyang Agricultural University, 46(6), 654-660.
- 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 damping-off disease in China. European Journal of Plant Pathology, 155(1), 53-69.
- Zhong, S., Zhang, T., Yang, J., Sun, H. and Zhang, G. Z. 2016. Identification of pathogen causing straw berry *Rhizoctonia* root rot. Acta Phytopathologica Sinica, 46(3), 289-293.
- Zin, N. A. And Badaluddin, N. A. 2020. Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications. Annals of Agricultural Sciences, 65(2), 168-178.