

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
(DOKTORA TEZİ)**

**PATATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SORUN OLAN  
*RHIZOCTONIA SOLANI*'NİN BİYOLOJİK SAVAŞIMI VE  
BUNUN KİMYASAL SAVAŞLA ENTEGRASYONU**

**M. Hadi AYDIN**

Bitki Koruma Anabilim Dalı  
Bilim dalı kodu : 501.03.01  
Sunuş tarihi: 24.06.2008

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülay TURHAN**

**Bornova – İZMİR**

Mehmet Hadi AYDIN tarafından Doktora tezi olarak sunulan “ Patates yetiştiriciliğinde sorun olan *Rhizoctonia solani*’nin Biyolojik Savaşımı ve Bunun Kimyasal Savaşla Entegrasyonu”başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim yönetmenliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 24.06.2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı : Prof Dr. Gülay TURHAN

.....

Raportör Üye : Doç. Dr. Eşref İRGET

.....

Üye : Prof. Dr. Abuzer SAĞIR

.....

Üye : Prof. Dr. Emin ONAN

.....

Üye : Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN

.....

## ÖZET

### **PATATES YETİŞTİRİCİLİĞİNDE SORUN OLAN RHIZOCTONIA SOLANI'NİN BİYOLOJİK SAVAŞIMI VE BUNUN KİMYASAL SAVAŞLA ENTEGRASYONU**

**AYDIN, M. Hadi**

Doktora Tezi, Bitki koruma Bölümü

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gülay TURHAN

Haziran 2008, 161 Sayfa

*Rhizoctonia solani* Kühn patatestede kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına neden olan önemli bir patojendir. Bitkinin stolon ve gövdesinde çürüklüklere yol açarak gelişme geriliğine ve büyük verim kayıplarına; yine yumru üzerinde oluşturduğu siyah siğiller, çatlamlar ve şekil bozuklukları ile kalite ve pazar değeri kayıplarına neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin değişik yer ve plantasyonlarından alınan topraklardan *R. solani*'nin fungal antagonistlerinin izole edilmesi ve etkilerinin in-vitro testlerle kanıtlanması; bu antagonistlerin patatestede *Rhizoctonia* hastalıklarına karşı etkinliklerinin sera denemeleriyle belirlenmesi; etkili bulunan antagonistlerin bu patojene karşı önerilen bazı ilaçlara karşı duyarlılıklarının belirlenmesi ve ilacın düşük dozlarıyla birlikte kullanım olanaklarının yine sera denemeleriyle ortaya konulmasıdır.

## II

Bu çalışmada, *R. solani*'ye karşı antagonistik etkisi olan 320 izolat elde edilmiş ve bunların % 82.5'nin 14 farklı *Trichoderma* türüne ait olduğu belirlenmiştir. Bu türlerden *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. crassum*, *T. croceum*, *T. gamsii*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. spirale*, *T. strigosum*, *T. tomentosum*'nun Türkiye'de varlığı ilk kez ortaya konulmuş; ayrıca *Rhizoctonia*'lara karşı *T. crassum*, *T. croceum*, *T. gamsii*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. strigosum* ve *T. tomentosum*'un antagonistik etkileri üzerinde ilk kez çalışılmıştır.

In-vitroda *R. solani*'ye karşı güçlü etki gösteren bazı antagonistlerin, bu patojenle savaşımında önerilen bazı kimyasal ilaçlara karşı farklı duyarlılık gösterdikleri belirlenmiştir. Serada, *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla ve temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrular kullanarak iki kez saksı denemeleri kurulmuştur. Birinci denemelerde antagonistler tek başına uygulanmış ve kök boğazı nekrozu'nu engellemede en etkili antagonistler *T. asperellum*TZ20, *T. harzianum*LO52, *T. harzianum*TZ14 ve *T. hamatum*ÖT16 olarak belirlenmiştir. Bu antagonistlerin, kimyasal ilaçların [Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram % 20+30), Celest-max (Fludioxonil, 100g/l)] ¼ dozu ile birlikte yumrulara uygulandığı ikinci denemelerde ise kök boğazı nekrozu hastalığını engellemede tek başına uygulanmalara göre önemli fark meydana gelmemiş; ancak siyah siğil hastalığının engellenmesinde etkililiğin belli oranda arttığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Patates, *Rhizoctonia solani*, kimyasal savaş, biyolojik savaş, entegre savaş

**ABSTRACT****BIOLOGICAL CONTROL OF *RHIZOCTONIA SOLANI* AND ITS ENTEGRATION WITH CHEMICAL CONTROL IN POTATO GROWING****AYDIN, M. Hadi**

Ph.D. Thesis in Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Gülay TURHAN

June 2008, 161 Pages

*R. solani* Kühn is an important fungal pathogen that causes both stem canker and black scurf of potato (*Solanum tuberosum* L.), which leads to tuber yield reductions and losses in tuber quality. Stem canker consists of stem lesions that can reduce tuber yield by reducing the transport of nutrients throughout the plant. Black scurf is the formation of sclerotia, the long-term survival structure of the fungus, on newly formed tubers.

The objectives of this study were to determine the *in vitro* and *in vivo* efficacy of antagonists that are originated from soils collected from different parts of Turkey against *R. solani*. The sensitivity of those which had been found to be effective was tested against some fungicides which already used against *R. solani*. The control possibilities of the combination of low doses of fungicides and antagonists were also investigated with this study.

In order to achieve the objectives mentioned above, 320 candidate antagonists were isolated in this study and 82.5% of them were

#### IV

determined to be belonging to 14 *Trichoderma* spp. Among these, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. crassum*, *T. croceum*, *T. gamsii*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. spirale*, *T. strigosum*, *T. tomentosum* were isolated for the first time in Turkey. Furthermore, there seems to be no information so far, about the antagonistic activity of *T. crassum*, *T. croceum*, *T. gamsii*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. strigosum* and *T. tomentosum* against *Rhizoctonia* at all.

Results clearly proved that some isolates of *Trichoderma* were found to be very effective against *R. solani*. They also showed the variation in sensitivity against fungicides in vitro. Two greenhouse trials in pot conditions were carried out in two consecutive seasons. In both trials, two different experiments were performed in artificially infested soil with healthy tubers and in uninfested soil with naturally infested tubers. At the first season, antagonistic isolates were tested individually. The most promising ones among the antagonists, when applied alone, were *Trichoderma asperellum*TZ20, *T. harzianum*LO52, *T. harzianum*TZ14 and *T. hamatum*ÖT16. At the second season, antagonists and ¼ dose of registered seed fungicides [Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram), Celest-max (Fludioxonil)] were applied in combination to detect compatible fungicide/antagonist combinations for integrated disease control. Results showed that the combinations did not increase the efficacy against stem cancer with respect to the individual treatments, however, black scurf was more effectively controlled with fungicide/antagonist combinations.

**Keywords:** Potato, *Rhizoctonia solani*, chemical control, biological control, integrated control

## TEŞEKKÜR

“Patates Yetiştiriciliğinde Sorun Olan *Rhizoctonia solani*’nin Biyolojik Savaşımı ve Bunun Kimyasal Savaşla Entegrasyonu” konulu tez çalışmamın gerçekleştirilmesindeki değerli düşünce, öneri ve katkılarıyla bana destek veren hocam **Prof. Dr. Gülay TURHAN**’a, çalışmamın kalitesinin artırılması yönünde yaptıkları değerli katkıları için Tez İzleme Komitesindeki saygıdeğer hocalarım **Prof. Dr. Tayyar BORA**, **Prof. Dr. Emin ONAN** ve **Prof. Dr. Hatice ÖZAKTAN**’a, test patojenin anastomosis grubunu belirlemedeki katkılarından dolayı **Prof. Dr. Erkol DEMİRCİ**’ye, toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde verdikleri destekten dolayı **Doç. Dr. Eşref İRGET**’e, istatistik analizlerin yapılmasında ve tezin yazımında katkılarından dolayı **Dr. Öncül CANER**, **Dr. Erhan GÖRE** ve **Dr. Nedim ALTIN**’a, çalışmalarım sırasında Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü olanaklarından yararlanmamı sağlayan başta Enstitü müdürü **Dr. M. Ali GÖVEN** olmak üzere yönetim kademesine, yine laboratuvar ve sera çalışmalarında iş gücü katkılarından dolayı laborant **Ercan GÜL**’e teşekkürü bir borç bilirim.

**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XVIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1 Patateslerde Patojen Olarak <i>Rhizoctonia solani</i> Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	7
2.1.1 Patateste <i>R. solani</i> 'nin Ekolojik İstekleri.....	8
2.1.2 <i>R. solani</i> 'nin Anastomosis Grupları.....	9
2.2 <i>R. solani</i> 'nin Fungal Antagonistleri .....	12
2.3 <i>R. solani</i> 'ye Karşı Biyolojik Savaşta <i>Trichoderma</i> 'lar ve Antagonistik Mekanizmaları.....	14
2.4 <i>R. solani</i> Antagonistlerinin Ekolojik İstekleri.....	18



**İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa

2.5 Patateste <i>Rhizoctonia solani</i> 'ye Karşı Biyolojik Savaş Çalışmaları.....	21
2.6 Biyolojik Mücadele Ajanları ile Kimyasal İlaçların Tek Başına veya Birlikte Kullanılması.....	28
2.7 Patateste <i>R. solani</i> 'nin Neden Olduğu Hastalıklar Konusunda Diğer Çalışmalar.....	33
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	36
3.1. Materyal.....	36
3.1.1 Çalışmada Kullanılan Toprak Örnekleri.....	36
3.1.2 Çalışmada Kullanılan Besin Ortamları.....	38
3.2. Yöntem.....	39
3.2.1 Denemelerde Kullanılan <i>R. solani</i> İzolatlarının Seçimi.....	39
3.2.2 Antagonist İzolasyonu İçin Toprak Örneklerinin Alınması.....	40
3.2.3 Toprak Örneklerinden Antagonist İzolasyonu.....	40
3.2.4 Antagonistik Etkinin Kanıtlanması.....	43
3.2.5 Antagonistik İzolatların Tanınması .....	45
3.2.6 Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesine Yönelik In-Vitro Çalışmalar.....	45
3.2.7 Antagonistlerin Bazı ilaçlara Karşı In-Vitro Duyarlılık Testleri.....	47

**İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa

3.2.8	Antagonistlerin ve Bazı İlaçların <i>R. solani</i> 'ye Karşı Etkililiğinin Belirlenmesine Yönelik In-Vivo Çalışmalar.....	50
3.2.8.1	Birinci Sera Denemeleri.....	50
3.2.8.2	İkinci Sera Denemeleri.....	60
4.	SONUÇLAR.....	64
4.1	<i>R. solani</i> İzolatlarıyla Patojenisite Testleri.....	64
4.2	İzole Edilen <i>R. solani</i> Antagonistleri.....	65
4.3	Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesine Yönelik In-Vitro Çalışmalar.....	71
4.4	Antagonistlerin Bazı İlaçlara Karşı In-Vitro Duyarlılık Testleri.....	80
4.5	Antagonistlerin ve Bazı İlaçların <i>R. solani</i> 'ye Karşı Etkililiğinin Belirlenmesine Yönelik In-Vivo Çalışmalar.....	95
4.5.1	Birinci Sera Denemeleri.....	95
4.5.1.1	<i>R. solani</i> (AG-4) İle Bulaştırılmış Toprakta Temiz Yumrularla Kurulan Denemelere Ait Sonuçlar.....	95
4.5.1.2	<i>R. solani</i> Sklerotlarıyla Bulaşık Yumrularla Temiz Toprakta Kurulan Denemelere Ait Sonuçlar.....	100

**İÇİNDEKİLER (devam)**Sayfa

4.5.2	İkinci Sera Denemeleri.....	105
4.5.2.1	<i>R. solani</i> İle Bulaştırılmış Toprakta Temiz Yumrularla Kurulan Denemeye Ait Sonuçlar.....	106
4.5.2.2	Temiz Toprakta <i>R. solani</i> Sklerotlarıyla Bulaşık Yumrularla Kurulan Denemeye Ait Sonuçlar.....	109
5.	TARTIŞMA.....	120
5.1	Antagonist İzolasyonu ve <i>R. solani</i> Antagonistlerine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi.....	121
5.2	Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesine Yönelik In-Vitro Çalışmaların Değerlendirilmesi.....	125
5.3	Antagonistlerin Bazı İlaçlara Karşı In-Vitro Duyarlılık Testlerin Değerlendirmesi.....	127
5.4	Antagonistlerin ve Bazı İlçaların <i>R. solani</i> 'ye Karşı Etkililiğinin Belirlenmesine Yönelik In-Vivo Çalışmalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi.....	131
5.4.1	Birinci Sera Denemeleri.....	131
5.4.2	İkinci Sera Denemeleri.....	134
6.	GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER.....	141

X

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
KAYNAKLARIN DİZİNİ.....	143
EKLER.....	156
Ek Çizelge 1 Antagonist İzolasyonu İçin Seçilen Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	156
Ek Şekil 1-4 Birinci Sera Denemesinde Aylara göre Sıcaklık ve Nisbi Nem Değerleri.....	157
Ek Şekil 5-8 İkinci Sera Denemesinde Aylara göre Sıcaklık ve Nisbi Nem Değerleri.....	159
ÖZGEÇMİŞ.....	161

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1	Antagonist izolasyonu için alınan toprak örneklerinin cam kavanozlardaki görüntüsü.....	37
Şekil 3.2	Toprak örneklerinin alındığı Tuz Gölü çevresinin (a) ve Günlük ormanlarının (b) görüntüsü.....	37
Şekil 3.3	<i>R. solani</i> kolonilerinin üzerinin toprak örneğiyle kaplanması (a) ve besin ortamında gelişen fungus kolonileri (b).....	42
Şekil 3.4	Toprak örneklerine gömülerek bekletilmiş sklerotlu yumrular (a) ve sklerotlardan gelişen fungus kolonileri (b).....	43
Şekil 3.5	Antagonistin <i>R. solani</i> kolonisi üzerinde yayılması (a) ve patojenin hiflerini sarıp penetre etmesi (b).....	44
Şekil 3.6	<i>R. solani</i> ile antagonistlerin PDA besiyeri üzerinde ikili kültürler halinde gelişimi.....	46
Şekil 3.7	Kontrolde koloni gelişiminin tamamlandığı gün fungusitli Petrilerde antagonistin aynı izolatın gelişme durumu.....	50
Şekil 3.8	<i>R. solani</i> 'nin kepek ortamında gelişen stok inokulumu ve bunun saksı topraklarına bulaştırılması.....	52

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 3.9	Cam kaplarda hazırlanmış antagonist süspansiyonları.....	53
Şekil 3.10	Sera denemelerinde kullanılan bulaşık ve temiz yumrular.....	55
Şekil 3.11	Yumruların antagonist süspansiyonu içinde bekletilmesi ve saksılara aktarılması.....	56
Şekil 3.12	Yumrulara ilaç uygulaması.....	57
Şekil 3.13	Birinci sera denemelerinin genel görüntüsü.....	58
Şekil 3.14	Saksılardan sökülen bitkiler (a) ve kökboğazında oluşan belirtiler (b).....	59
Şekil 3.15	İkinci sera denemelerinde kullanılan Antagonistler.....	60
Şekil 3.16	İkinci sera denemelerinin genel görüntüsü.....	62
Şekil 4.1	Antagonistik izolatların ait oldukları genusların oranı.....	67
Şekil 4.2	İzole edilen <i>Trichoderma</i> türlerinin ve <i>Gliocladium roseum</i> 'un PDA' da gelişmiş kolonileri.....	69
Şekil 4.3	<i>R. solani</i> ile ikili kültürler halinde gelişen <i>Penicillium</i> spp. izolatlarının oluşturduğu engelleme.....	76

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.4	<i>T. asperellum</i> ÖT10 ve <i>T. inhamatum</i> VG43'un patojen üzerindeki hiperparazitik ve antibiyotik etkisi.....	78
Şekil 4.5	Bazı antagonistlerin patojen kolonisi üzerinde gelişmesi (a) ve mikroskopta patojen hiflerini sarmalaması (b).....	79
Şekil 4.6	Rizolex katkılı PDA da 0,10,30 ve 100 ppm'lik dozlarda <i>T. croceum</i> BOZ26 (a) ve <i>T. inhamatum</i> PT12 (b) izolatlarının gelişimi.....	83
Şekil 4.7	Rizolex-T katkılı PDA besiyeri üzerinde 0,10,30 ve 100 ppm'lik dozlarda <i>T. crassum</i> VG66 (a) ve <i>T. asperellum</i> TZ17 (b) izolatlarının gelişimi.....	87
Şekil 4.8	Celest-max'ın 0, 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarında <i>T.spirale</i> KB51 izolatının gelişimi.....	91
Şekil 4.9	İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistlerin ve <i>R. solani</i> 'nin koloni gelişiminde 10 ppm'lik ilaç dozlarının oluşturduğu engellenme (%)......	92

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.10	İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistlerin ve <i>R. solani</i> 'nin koloni gelişiminde 30 ppm'lik ilaç dozlarının oluşturduğu engellenme (%).....	93
Şekil 4.11	İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistlerin ve <i>R. solani</i> 'nin koloni gelişiminde 100 ppm'lik ilaç dozlarının oluşturduğu engellenme (%).....	94
Şekil 4.12	Patojen ile bulaşık toprakta antagonistlerin ve ilaçların hastalığı önlemedeki etkisi.....	98
Şekil 4.13	Yapay olarak bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde Negatif kontrol (a), Pozitif kontrol (b).....	99
Şekil 4.14	Yapay olarak bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde <i>T. hamatum</i> ÖT16 uygulamasının yapıldığı bir saksıdan alınan bitkinin görüntüsü.....	99
Şekil 4.15	Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonistlerin ve ilaçların hastalığı önlemedeki etkisi.....	102



**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.16	Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede Negatif kontrol (a), Pozitif kontrol (b).....	103
Şekil 4.17	Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde <i>T. harzianum</i> TZ14 uygulamasının yapıldığı saksıdan alınan bir bitkinin görüntüsü.....	103
Şekil 4.18	Birinci sera denemesinde bulaşık toprakta temiz yumru ve temiz toprakta bulaşık yumru denemelerinde uygulamaların hastalığı önlemedeki etkilerinin karşılaştırılması.....	104
Şekil 4.19	<i>R.solani</i> ile bulaştırılmış toprakta antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanmasıyla ortaya çıkan etki (%).....	108
Şekil 4.20	<i>R. solani</i> ile bulaştırılmış toprakta <i>T. hamatum</i> ÖT16 + Celest-max (1/4) (a) ile pozitif kontrol (b).....	109

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.21	Temiz toprakta <i>R. solani</i> 'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanmasıyla ortaya çıkan etki (%).....	112
Şekil 4.22	Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde <i>T. hamatum</i> ÖT16 + Celest-max (1/4) uygulaması (a), Pozitif kontrol (b).....	112
Şekil 4.23	İkinci sera denemelerinde, bulaşık toprakta temiz yumru ve temiz toprakta bulaşık yumru kullanarak yürütülen çalışmalarda uygulamaların hastalığı önlemedeki etkilerinin karşılaştırılması.....	113
Şekil 4.24	Temiz toprakta <i>R. solani</i> sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde yumrularda sklerot oluşumu üzerine uygulamaların hastalığı önleyici etkisi (%).....	117

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 4.25	Temiz toprakta <i>R. solani</i> sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde Negatif kontrol (a), Pozitif kontrol (b).....	117
Şekil 4.26	Temiz toprakta <i>R. solani</i> sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde <i>T. harzianum</i> TZ14 uygulaması (a) ve <i>T. harzianum</i> TZ14+ Celest-max (1/4) uygulaması (b).....	118
Şekil 4.27	Temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan denemelerde uygulamaların kökboğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkileri (%).....	119

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1	Antagonist izolasyonu için seçilen toprak örnekleri.....	36
Çizelge 3.2	In vitro çalışmalarda ilaçlara karşı duyarlılıkları testlenen fungal antagonistler ve test patojeni.....	48
Çizelge 3.3	Denemelerde kullanılan fungusitlerin etkili madde formülasyonları ve kullanılan dozlar.....	48
Çizelge 3.4	Birinci sera denemelerinde kullanılan <i>Trichoderma</i> izolatları.....	54
Çizelge 4.1	Patojinisite testlerine alınan <i>R. solani</i> izolatları ve skala değerleri.....	64
Çizelge 4.2	Toprak örneklerinden izole edilen antagonistler ve bunların sayısal eğerlendirmesi.....	66
Çizelge 4.3	İzole edilen <i>Trichoderma</i> türleri.....	68
Çizelge 4.4	İN-vitroda antagonistlerin <i>R. solani</i> 'ye karşı etkileri.....	72
Çizelge 4.5	Antagonistlerin ve <i>R. solani</i> 'nin Rizolex' e karşı duyarlılıkları.....	80
Çizelge 4.6	Antagonistler ve <i>R. solani</i> 'nin Rizolex-T' ye karşı duyarlılıkları.....	84
Çizelge 4.7	Antagonistler ve test patojenin Celest-max ilacına karşı duyarlılıkları.....	88

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.8	Patojen ile yapay olarak bulaştırılmış saksı topraklarındaki denemeye ait varyans analiz sonuçları.....	96
Çizelge 4.9	Yapay olarak bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde tekerrürlerin ortalama hastalık şiddeti, oluşan gruplar ve uygulamaların etkililiği.....	97
Çizelge 4.10	Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan denemeye ait varyans analiz sonuçları.....	100
Çizelge 4.11	Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan denemelerde tekerrürlerin ortalama hastalık şiddeti, oluşan gruplar ve uygulamaların etkililiği.....	101
Çizelge 4.12	Patojen ile bulaştırılmış toprağa temiz yumruların dikilmesiyle kurulan denemeye ait varyans analiz sonuçları.....	106
Çizelge 4.13	<i>R. solani</i> ile bulaştırılmış toprakta antagonist ve ilaçların tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla ortaya çıkan hastalık şiddeti (%), gruplar ve etki değerleri.....	107

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.14	Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelere ait varyans analiz sonuçları.....	109
Çizelge 4.15	Temiz toprakta <i>R. solani</i> 'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrularda antagonist ve ilaçların tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla ortaya çıkan hastalık şiddeti ve etkililik.....	110
Çizelge 4.16	Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde yumrudaki sklerot oluşumunun değerlendirilmesine ait varyans analiz sonuçları.....	114
Çizelge 4.17	Temiz toprakta <i>R. solani</i> sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonist ve ilaçların tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla yumrularda ortaya çıkan siyah siğil hastalığı şiddeti ve etkililik.....	115

## 1. GİRİŞ

Patates, içeriğindeki zengin nişasta ve karbonhidrat nedeniyle buğdaydan sonra en önemli temel besin maddesi sayılmaktadır. İnsan beslenmesindeki önemi yanı sıra hayvan yemi ve endüstri ürünleri (nişasta, çocuk maması, pudra, glikoz, ispiroto, alkol, tutkal, dekstrin gibi) için hammadde olarak da önem taşımaktadır.

Patates tarımı Türkiye'nin bir çok bölgesinde yapılmakta ve halkımızın beslenmesinde giderek daha çok önem kazanmaktadır. Ülkemizde 200.000 ha alanda 5.300.000 ton patates üretimi yapılmaktadır (Anonymous, 2004). Ege Bölgesi ise yaklaşık 20.000 ha ekim alanı ile Türkiye'deki ekiliş alanlarının % 10 una sahip bulunmaktadır. Bölgedeki en önemli ekim alanını 13.000 ha ile İzmir ili oluşturmaktadır. Üretim hem ovada hem de yaylalarda yapılmaktadır. Ayrıca bazı alanlarda yapılan ekilişlerde yılda iki kez ürün alınabilmektedir.

Patatesin gerek tarlada gerekse depoda önemli ölçüde verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalıkları vardır. Bunların en önemlilerinden biri de, etmeni *Rhizoctonia solani* Kühn olan **Kök Boğazı Nekrozu** ve **Siyah Siğil Hastalığı** dır. Hastalık etmeni hem tohum hem de toprak kaynaklı bir fungustur. Bu fungus topraktaki bitki kalıntılarında miselyum halinde veya serbest halde sklerot olarak, yumrulara ise 1-10 mm çapında sklerotlar halinde canlılığını sürdürür. Bitkinin stolon ve gövdesinde çürüklüklere yol açarak, bitkide besin

maddelerinin organlara taşınmasını engelleyerek gelişme geriliğine ve büyük verim kayıplarına; yine yumru üzerinde siyah siğiller, çatlamlar ile şekil bozukluklarına neden olarak kalite ve pazar değeri kayıplarına neden olmaktadır (Anonymous, 2000). Bir patates tarlasında *Rhizoctonia* enfeksiyonu sonucu meydana gelen verim kaybını hesaplamak zordur. Çünkü ayırt edici bir çok simptom toprak yüzeyinin alt kısmında meydana gelir ve verim üzerindeki etkisi hasada kadar görülmez. Ancak meydana getirdiği ekonomik kayıplar da oldukça önemlidir. Örneğin patatesten pazarlanabilir ürün kayıplarının % 30'a kadar vardığı sık sık örnek gösterilmektedir. Bununla birlikte verim kayıplarının çoğunlukla %10-15 arası olduğu kabul edilmektedir (Little et al., 1988; Carling et al., 1989; Read et al., 1989).

Patates yumruları üzerinde bulunan etmenin sklerotları, hastalığın yayılmasında önemli bir faktördür. Ülkemizde patates üreticilerinin genellikle bu hastalığı yumru üzerinde tanımlayamadıkları gözlemlenmiştir. Bu durum bulaşık yumruların tohumluk olarak kullanılmasıyla hastalığın kolayca yayılması sonucunu doğurmaktadır. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda fungusun tohumluk olarak kullanılan yumrular üzerinde yaygın olarak bulunduğu ve bu durumun hastalığın yeni bölgelere bulaşmasının temel nedeni olduğu belirtilmiştir (Wicks et al., 1996). Sklerot oluşumu, patates bitkilerinin ölmeye başladığı, sezonun geç döneminde gerçekleşir. Yumruların uzun süre toprakta kalması, sklerotların sayısının daha fazla artmasına ve gelişmesine neden olur. Bundan dolayı ülkemizde gerek doku kültürü yöntemi ile üretilen patates tohumluklarının standardizasyonunda, gerekse patates tohumluk sertifikasyonunda *R. solani*' nin yumruda



oluşturduğu belirtilerin belli bir değerde tutulması gerekmektedir ( Anonymous,1999).

Yine yaptığımız bazı arazi çalışmalarında bu hastalığın gerek yeşil aksam gerekse yumru üzerinde belirtilerinin sürekli arttığını gözlemlemekteyiz.

Bu hastalığın toprak ve tohumluk kökenli olması ve yumru ile kolay taşınması nedeniyle mücadelesinde zorluklar yaşanılmaktadır. *R. solani*' nin kontrollündeki zorluğun başlıca nedenleri, geniş bir konukçu dizisine sahip olması ve yıllarca organik materyalde miselyum olarak, toprakta ise sklerot olarak canlı kalabilmesidir (Boosalis and Scharen 1959). *R. solani*, besinlerin üzerinde hızlı gelişmesi, köklerin yüzeyinde gelişerek kolonize olması ve enfeksiyon bölgesinde epidermal hücreleri hızlı bir şekilde istila edebilmesi ile güçlü bir patojen özelliği göstermektedir. Bu fungusun 13 anastomosis grubu tanımlanmıştır (Carling et al., 2002). Bunlardan AG-3 patatesin gövdesi üzerinde ve stolonlarda nekrozlara, yine yumru üzerinde sklerot oluşumuna; AG-4 ise patateste çökerten ve gövde nekrozlarına neden olmaktadır (Sneh, 1996).

Patateste *R. solani*'ye karşı günümüzde uygulanan bazı kültürel önlemler mevcuttur. Bunlar, özellikle tahıl grubuyla uzun süreli ekim nöbeti, hasadın erken yapılması, yumruda filizlenmeyi teşvik etmek için ılık ve kurak koşullarda dikim yapılması şeklinde sıralanabilir. Böylece patojen ile bitkinin yakın birliktelik süresini en aza indirerek hastalığın etkisi azaltılmaya çalışılmaktadır (Secor and Gudmestad, 1999). Son yıllarda Dünya'da bu hastalığa karşı hem yumruda hem de toprakta

uygulanılabilecek bazı mücadele programları üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Bazı kimyasalların yumruya ve patates dikim sıralarına uygulanmasıyla hastalığın baskı altına alınabileceği bildirilmektedir (Haris et al., 1988; Hall et al., 2000). Ancak özellikle yoğun bulaşık topraklarda ve yumrulara tek başına kullanıldıklarında, bu kimyasalların etkinliklerinin de yeterli olamadığı belirtilmektedir. Yine özellikle *R. solani* gibi mücadelesi zor olan toprak kökenli etmenlere karşı biyolojik mücadele çalışmaları Dünya’da 1980 li yıllardan beri yapılmakta ve bazı biopreparatlar geliştirilmektedir. **Biyolojik savaş**, kısaca, bir patojenin hastalık oluşturmeyen başka bir canlı mikroorganizma ile baskı altına alınmasıdır. Fitopatogen mikroorganizmalara karşı diğer mikroorganizmalar kullanılarak, bitki hastalıklarının biyolojik kontrolü konusunda bugüne değin bir çok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde toprak mikroflorası içinde özellikle bitki köklerinde patojen funguslara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak ümit veren fungusların başında *Trichoderma* türlerinin geldiği görülür (Boosalis,1964; Wilhelm,1973; Baker and Cook, 1974; Lockwood,1977; Cook and Baker, 1983). *Trichoderma* spp.’nin biyolojik savaşındaki rolü antibiosis, hiperparazitizm ve yarışma gibi biyolojik savaş mekanizmalarının birlikte etkileşimi olarak açıklanabilir. *Trichoderma* türlerinin *R. solani* gibi önemli toprak kökenli fiopatogen fungusları kontrol edebilecek düzeyde oldukları geçmişten günümüze kadar yapılan bazı çalışmalarda açıklanmıştır (Dennis and Webster, 1971; Chet and Baker, 1980; Chet and Baker, 1981; Elad et al., 1980; Bell et al., 1982).

*Rhizoctonia solani*’ye karşı çoğunlukla *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., binükleit *Rhizoctonia*, *Pseudomonas* spp., *Bacillus*

spp., *Streptomyces* spp. gibi antagonistlerle daha çok çalışılmaktadır (Trillas et al., 2006). Patateste *R. solani* ile mücadelede bazı biyolojik ajanların etkili olabileceğini gösteren çalışmalar da vardır (Wicks et al., 1996). Bazı çalışmalarda *Trichoderma harzianum* Rifai ve *Trichoderma virens* (J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster) Arx (= *Gliocladium virens* J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster)'ın çalışılan koşullarda *R. solani*'yi baskı altına alabildiği bildirilmiştir (Beagle-Ristaino and Papavizas, 1985; Lewis et al., 1995; Lewis and Larkin, 1997 ve Lewis et al., 1998). Ancak literatür bilgilerine göre bu mücadele yöntemlerinin tek başına uygulama şansının olabilmesine karşın, bunların bir arada uygulanmasının daha etkili ve ekonomik olacağı kanısı yaygındır (Jager et al. 1991). Patateste *R. solani*'nin neden olduğu hastalıklara karşı kullanılan bazı ilaçların düşük dozları ile antagonistlerin kombine edilerek kullanılması mücadelede ileri bir aşama olabilir. Yine son zamanlara kadar ülkemizde özellikle patateste bu hastalığa karşı biyolojik mücadele çalışmalarının yeterli olmadığı söylenebilir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin değişik yer ve plantasyonlarından alınan topraklardan elde edilen orijinal antagonistik fungal izolatların patateste *R. solani*'nin neden olduğu hastalıklara karşı etkinliklerinin belirlenmesi; bu patojene karşı önerilen bazı ilaçların antagonistlere etkinliklerinin belirlenmesi; ilaçlara duyarlı olmayan antagonistlerin ilacın düşük dozlarıyla birlikte kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Böylece ülkemiz patates üretim alanlarında yaygınlığı giderek artan *Rhizoctonia* hastalıklarına karşı etkili ve çevre dostu bir mücadele yapabilmek amacıyla doğal baskı unsurlarına öncelik tanıyıcı bir mücadele programı oluşturmak hedeflenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biyolojik mücadele genel bir kural olarak konvansiyonel tarımda yaygın olarak kullanılan kimyasal mücadelenin meydana getirdiği sorunlara alternatif olarak ortaya konulmuştur. Kimyasal savaşın dayattığı sorunlar kısaca; sağlık boyutu, çevre kirliliği boyutu, bağışıklık boyutu ve doğal denge boyutu olarak belirtilebilir.

Genel bir prensip olarak tarımsal savaşta kullanılan tüm ilaçlar insan için zehirli kabul edilmektedir. Yaygın ve uygunsuz ilaç kullanımının en büyük tehlikelerinden biri tüketilen tarım ürünlerindeki ilaç kalıntısının beslenme yoluyla vücuda alınması sonucu ortaya çıkar. Ayrıca ilaçların bir kısmı toprağa karışmakta oradan da yeraltı sularına ve denizlere gitmektedir. Ayrıca buharlaşma özelliği olan ilaçlar da havayı kirletmektedir. Sürekli kullanılan bazı ilaçlar patojen genlerinde değişiklikler meydana getirerek yeni dayanıklı patojen ırklarının oluşmasına ve buna bağlı olarak da daha fazla ilaç kullanımına neden olmaktadır. Tarımsal ilaçların kullanımı doğal dengenin bozulmasına da sebep olabilir. Uygun olmayan zamanda, aşırı dozda ve uygun olmayan ilaçların kullanılması, doğada zararlıların ve hastalık etmenlerinin çoğalmasını ve hastalık yapmasını engelleyen parazitlerin, predatörlerin ve antagonist mikrofloranın da yok olmasına yol açmaktadır (Bora ve Özaktan,1998).

Kimyasal ilaçların bu olumsuz etkilerinden dolayı tarımda başka alternatiflerin bulunup, bunların kullanılmasına yönelinmiştir. Bu alternatiflerden en önemlisi biyolojik mücadeledir. Biyolojik mücadele

kısaca, bir antagonistin ya da konukçu dayanıklılığının doğrudan, ya da çevre etkenlerinin mikrobiyal antagonizmi ya da konukçu dayanıklılığı uyarıcı dolaylı etkisiyle patojenin inokulum niceliğinde ya da hastalandırma yeteneğinde ortaya çıkan düşüştür (Cook and Baker,1983).

## **2.1 Patateste Patojen Olarak *Rhizoctonia solani* Konusunda Yapılan Çalışmalar**

*Rhizoctonia solani* Kühn birçok bitkinin özellikle toprak altı kısımlarında çeşitli hastalıklara neden olan ve her yerde bulunabilen bir patojendir. Konukçusu bulunmadığı durumlarda bitki kalıntılarında veya toprakta saprofit olarak yaşama kapasitesine sahiptir. Genel olarak çökerten, kök ve kök boğazı çürüklüğü, yaprak ve gövde yanıklığı gibi hastalıklara neden olmaktadır (Carling et al., 1994). Başlıca konukçuları arasında arpa, biber, buğday, domates, fasulye, havuç, karanfil, karnabahar, nohut, **patates**, şeker pancarı, soya fasulyesi, tütün, yonca vb. kültür bitkileri bulunmaktadır. *R. solani* patateste 2 farklı dönemi kapsayan kompleks bir hastalığa neden olmaktadır. Bitkinin gelişmeye başlamasıyla birlikte kök ve kök boğazında nekrozlar oluşur; yine yeni yumrularda patojenin sklerotları olan siyah siğiller meydana gelir. Patojen bir veya her iki dönemde de bitkilerde belirti meydana getirebilir. Her iki dönemde ekonomik olarak önemlidir. *R. solani*' nin neden olduğu hastalık kompleksi, Dünya'da patates yetiştirilen hemen hemen her bölgede bulunabilmektedir. Buna rağmen farklı yetiştirme dönemlerinde, belirtilerin daha fazla veya az görünmesi, patojenin inokulum potansiyeline ve bölgesel iklim koşullarına bağlıdır (Banville et al., 1996).

### 2.1.1 Patateste *R. solani*'nin Ekolojik İstekleri

Değişik çevresel koşullarda patates bitkisinde *R. solani*'nin oluşturduğu hastalıkların belirti şeklinde ve şiddetinde farklılıklar olabilmektedir.

Demirci ve Eken (1995), Erzurum ilinde patateste *R. solani*'nin topraktan ve yumrudan kaynaklanan inokulumunun gövde, stolon ve yumru enfeksiyonuna etkisini araştırmışlar; başta topraktan kaynaklanan inokulum olmak üzere yumrudan kaynaklanan inokulumun da önemli olduğunu belirlemişlerdir. Gövdede hastalık şiddetinin ve lezyonlu stolon yüzdesinin topraktan kaynaklanan inokulumda yumrudan kaynaklanana göre yüksek olduğu, gövde hastalık şiddetindeki artışa paralel olarak lezyonlu stolon yüzdesinin arttığını, ayrıca gövde ve stolon enfeksiyon derecesi ile hasad zamanının yumru enfeksiyon şiddetini etkilediğini saptamışlardır.

Kyritsis and Wale (2002), patateste *R. solani*'nin gelişimi üzerine toprak kökenli miselyal inokulum düzeyinin etkilerini doğal ve kontrollü koşullarda araştırmıştır. Kontrollü koşullarda inokulum düzeyi arttıkça siyah siğil hastalığının da orantılı olarak arttığı, doğa koşullarında yapılan denemelerde ise farklı inokulum düzeylerinin, gövde nekrozu hastalığı oranının artışında herhangi bir değişikliğe neden olmadığı; yine *R. solani*'ye karşı reaksiyonları denenen patates çeşitlerinde duyarlılığın farklı bulunduğu, fakat çeşitlerin hiç birinin tam dayanıklılık göstermediğini belirlemiştir.

Tsrer and Alon (2005), patatestte siyah siğilin gelişimi özerine *R. solani* nin inokulum kaynağının etkisini araştırmışlardır. Çalışma serada fumigasyon uygulanmış ya da yapay bulaştırılmış topraklarda yapılmış; siyah siğil hastalık oranı ve şiddetinin hem yumruda hem de toprakta inokulum bulunduğz zaman daha yüksek olduğı tespit edilmiştir. Aynı şekilde bitkinin kök ve kök boğazı kısmında da inokulumun yumru ve toprakta bulunmasıyla hastalık belirtilerinin daha fazla görüldüğünü bildirilmiş ve böylece yumrularda ve topraktaki inokulum kaynağının hastalığın gelişimi için önemli olduğı vurgulanmıştır.

Hide and Firmager (1989), İngiltere’ de yaptıkları bir çalışmada kökboğazı nekrozunun çoğunlukla toprak sıcaklığının ortalama 10 °C olduğı dönemde, çimlenme ve gövde oluşumu sırasında geliştiğini belirtmişlerdir.

### **2.1.2 *R. solani*’nin Anastomosis Grupları**

*R. solani* izolatlarının kendi içinde anastomosis grupları (AGs) bulunmaktadır. Bu grupların hastalık oluşturma yeteneğı aynı bitkide ya da bitkiden bitkiye değışiklik gösterebilmektedir. Bilinen 12 anastomosis grubundan çoğunun doğada patates ile ilgili olduğı bildirilmiştir. Bu anastomosis grupları içinde AG 3, AG 4, AG 5 ve AG 8 patates bitkisinde yüksek veya orta derecede hastalık yapar. Diğzer üyeler ise patatestte küçük çapta belirtiler oluşturmakta ya da patojen özelliğı gösterememektedir. AG 4 strainleri patatestte patojen olarak bilinmekle birlikte oluşturduğı zararın büyüklüğü ve kapsamı ile ilgili raporlarda farklılıklar mevcuttur. Bununla birlikte AG 4’ ün diğzer bir çok

anastomosis grubuna göre ılıman koşullara adapte olduğu; bu koşullarda ve yüksek olmayan yerlerde daha önemli olabileceği kayıtlıdır (Anguiz and Martin, 1989).

AG 3, AG 5 ve AG 8 patates bitkisinin toprak altı organlarında zarar yapar. Fakat bu üç grup arasında belirgin farklar vardır. AG 3 diğerlerine göre daha agresiftir. Fark gözetmeksizin bitkinin kök ve stolon gibi yeraltı kısımlarına saldırır. AG 3 geniş bir sıcaklık aralığında (5 – 25 °C) virulenttir; en etkili olduğu sıcaklık ise 10-15° C dır. Diğer anastomosis grupları daha az zarar oluşturabilmektedir (Carling and Leiner, 1990). Genel kanı, AG 3'ün *R. solani*'nin patatesteki hastalığa neden olan konukçuya özelleşmiş tipi olduğu ve yumru üzerinde oluşan sklerotlardan çoğunlukla AG3 grubunda izolatlar izole edildiği yönündedir (Carling and Leiner,1986).

Patates başta olmak üzere farklı bitkilerde hastalık oluşturan *R. solani*'nin anastomosis gruplarını belirlemek için ülkemizde ve Dünya'nın farklı bölgelerinde bir çok çalışma yürütülmüştür. Orta Anadolu Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada farklı bitkilerden (arpa, biber, buğday, domates, fasulye, havuç, karanfil, nohut, patates, soya, şeker pancarı, tütün, yonca) 153 *R. solani* izolatı elde edilmiş ve bu izolatların 6 farklı anastomosis grubuna ait olduğu anlaşılmıştır. Bu izolatların 15 adeti AG2 Tip 1, 82 izolat AG3, 29 izolat AG4, 15 izolat AG5, 4 izolat AG6 ve 8 izolatın da AG8 grubuna ait olduğunu belirlenmiştir (Tuncer ve Erdiler, 1990). Erzurum'da patates tarlalarında yapılan sürveylerde kök boğazındaki lezyonlardan ve yumru üzerindeki sklerotlardan 184 *R. solani* izolatı elde edilmiş; bu izolatların % 88.04'ün AG3 anastomosis



grubuna, geriye kalan izolatların AG2-1, AG2-2, AG4 ve AG5'e ait olduğu, Resy çeşidinin kullanıldığı patojenisite çalışmalarında AG3'ün en virulent grup olduğu bildirilmiştir (Demirci ve Döken, 1993).

Dünya'nın farklı bölgelerinde de *R. solani*'nin anastomosis gruplarını belirlemek için çalışmalar yapılmıştır. Güney Afrika'da patatesteki yapılan bir çalışmada, 28 bitkiden ve 56 toprak örneğinden izole edilen *R. solani* izolatları AG1 - AG10 skalasına göre değerlendirilmiştir. Sonuçta AG3, AG5 ve AG4'ün yaygın gruplar olduğu, yine AG3'ün en virulent grup olduğu, AG4 ve AG5'in AG3'e göre daha az virulens gösterdiği, AG7 ve AG8'in ise patates bitkisinde virulent olmadığı bildirilmiştir (Truter and Whner, 2004).

Virgen et al. (2000), Meksika'da yaptıkları bir çalışmada, *R. solani* izolatlarının anastomosis gruplarını belirlemiştir. İncelenen 15 tarlada AG3 ve AG4'ün sırasıyla % 73.5 ve % 26.5 oranında bulunduğu; AG4'ün sadece bitki çiçeklenme döneminde, AG3'ün ise bitki gelişiminin her döneminde bulunduğu anlaşılmıştır.

Campion et al. (2003), Fransa'da yaptıkları bir çalışmada patates yetiştirilen farklı bölgelerden 241 adet *R. solani* izolatu elde etmişler; bu izolatlarının anastomosis gruplarının yaygınlıkları, farklı çeşitlerin yumruları üzerindeki belirtileri ve 3 tane fungusite karşı duyarlılıklarını araştırmışlardır. Toplanan izolatlarının çoğunun AG3, % 2 sinin AG5 ve % 4 nün de AG2-1'e ait olduğunu; AG3 ve AG2-1 izolatlarının çoğunlukla yumru üzerindeki sklerotlardan elde edildiğini, bunun yanında AG5'lerin tamamı ile AG3 ve AG2-1 izolatlarının bazılarının

yumru yüzeyinde oluşan kabuk lezyonları, mantarimsı dokular ve şekil bozuklukları gibi değişik belirtilerden elde edildiğini bildirmişlerdir. Yumru üzerindeki sklerot oluşumunun AG3 ile yapay olarak enfekte edilmiş toprakta görüldüğünü; diğer taraftan AG5 ve AG2-1 izolatları ile bulaşık toprakta sklerot oluşumuna rastlanmadığını yine sklerot oluşumu yönünden farklı patates çeşitleri arasında farklılık bulunmadığını; bütün uygulamalarda yumruların çoğunluğunda deformasyona bağlı olarak yüzeysel mantarimsı belirtiler görüldüğünü; buna AG2-1 ile bulaşık toprakta daha fazla rastlandığını belirtmişlerdir. AG5 izolatları hariç diğer izolatlar Flutolanial ve İprodion'a karşı yüksek derecede hassas, Pencycuron'a ise orta derecede hassas bulunmuşlardır.

## **2.2 *R. solani*'nin Fungal Antagonistleri**

Uzun yıllar boyunca yapılan çalışmalarda araştırmacılar *R. solani*'nin bir çok antagonistini belirlemişlerdir.

Weindling (1932), *R. solani*'ye karşı *Tricoderma viride*'nin (= *T. lignorum*) parazitik aktivitesini belirlemede ilk kaydı yapmıştır. Karbon dioksit ile fumige edilmiş toprakta *T. viride*'nin *Armillaria mellea*'dan daha hızlı kolonize olduğunu ve limon bitkisinin köklerinde patojeni kontrol ettiğini bildirmiştir.

Roy (1989), yayınladığı bir derlemede, o tarihe kadar yapılan çalışmaları değerlendirmiş ve patojenin bazı antagonistlerini bu yayınında belirtmiştir. Bu fungal antagonistler *Aspergillus clavatus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus*, *Epicoccum nigrum*, *Fusarium solani*, *Gliocladium roseum*, *Laetisaria arvalis*, *Myrothecium sp.*, *Penicillium*

*cyclopium*, *P. ehrlichii*, *P. funiculosum*, *P. vermiculatum*, *Penicillium sp.*, *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Pseudoeurotium multisporum*, *Pythium oligandrum*, *Trichoderma aureoviride*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. longibrachiatum*, *T. polysporum*, *T. pseudokoningii*, *T. viride*, *Trichoderma spp.*, *Verticillium biguttatum*, *V. lammellicola*, *V. lecanii*, *V. nigrescens*, *V. psalliotae*, *V. sphaerosporum* ve *V. tenerum* 'dur.

Türkiye' de yapılan bazı araştırmalarda Dünya' da *R. solani*' nin bilinen antagonistlerine yenileri eklenmiştir: *Streptomyces ochraceiscleroticus*, *S. nobilis* (Turhan, 1981; Turhan ve Turhan, 1989), *Neocosmospora vasinfecta* var. *africana* (Turhan and Grossmann,1988), *Acrophialophora levis* (Turhan and Grossmann,1989), *Botryotrichum piluliferum*, *Coniothyrium sporulosum*, *Dicyma olivacea*, *Gliocladium catenulatum*, *Stachybotrys chartarum*, *S. elegans*, *Stachylidium bicolor*, *Verticillium chlamydosporum* (Turhan, 1990,1992; Turhan ve Turhan, 1993) ve *Cylindrocarpon olidum* (Turhan, 1994). Keza, Turhan and Grossmann (1994), 5 *Myrothecium* türünün (*M. carmichaelii*, *M. cinctum*, *M. roridum*, *M. tongaense* ve *M. verrucaria*) *R. solani* üzerinde antibiyotik ve mikoparazitik etkiye sahip olduğunu saptamıştır.

Sneh (1999), yaptığı bir çalışmada, patojenik olmayan bazı *Rhizoctonia* izolatlarının biyokontrol ajanı olarak kullanılabileceğini belirtmektedir. Böyle nonpatojenik izolatların (np-R), farklı AG yapısındaki virulent *Rhizoctonia* izolatlarının yaptığı ökertene karşı fideleri koruma yeteneğine sahip olduğu, fakat bu izolatların kısa süre yaşayabildiği belirtilmiştir. Yine bu np-R izolatlarının bitkinin kök ve

kök boğazı yüzeyini yoğun olarak kolonize ettiği ve infeksiyon bölgesinde patojenik izolat ile rekabete girdiği belirtilmiştir.

İren vd. (1988), Türkiye'nin farklı alanlardan alınmış 32 *Trichoderma* izolatını incelemiş ve bunların 10 adedinin *T. harzianum*, 9 adedinin *T. viride*, 7 adedinin *T. pseudokoningii*, 4 adetinin *T. hamatum* ve 2 adedinin *T. koningii* olduğu belirlemiştir.

Turak (1997), Erzincan ilinde fasulye ekim alanlarında kök çürüklüğü oluşturan fungal etmenlerle ilgili bir çalışmada *R. solani*'nin de izole edildiğini; kullandığı *Trichoderma* türlerinin Türkiye'de mevcut olan *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *T. hamatum* ve *T. pseudokoningii* olduğunu belirtmiştir.

### **2.3 *R. solani*'ye Karşı Biyolojik Savaşta *Trichoderma*'lar ve Antagonistik Mekanizmaları**

Saprotik karakterli bir genus olan *Trichoderma* Dünya'nın her tarafında geniş bir şekilde yayılmıştır; hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda ve özellikle organik madde içeren alanlarda bulunmaktadır. Bu fungus çeşitli bitkilerin kök yüzeylerinden, çürüyen kabuktan, sklerotlardan veya fungusların diğer üretim organlarının üzerinden izole edilebilmektedir (Papavizas, 1985). Günümüze kadar 89 *Trichoderma* türü belirlenip, teşhis edilmiştir. Bir çok *Trichoderma* türünün eşeyli formları da belirlenmiş olduğundan iki isimli olarak karşımıza çıkmaktadır: Anamorf *Trichoderma* ve teleomorf *Hypocrea*. Bu iki ismin aynı organizmada birbiri ile bağlantısının kurulması ancak moleküler yöntemlerle olabilmektedir (Samuels, 2006). *Trichoderma*'

nın ekolojideki rolü, topraktaki bitki kalıntılarının ayrışmasına katkı sunmaktır. Bazı *Trichoderma* türleri çok iyi selulaz üretir; böylece biyoteknoloji ve endüstri için önemli sayılırlar (Réczey et al., 1996). Bu genusun tarım açısından önemi, bazı *Trichoderma* türlerinin *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* ve *Sclerotinia* türleri gibi bitki patojenlerine karşı iyi bir antagonistik yeteneğe sahip olmasından ileri gelir. Antagonistik etki *Trichoderma* 'lar tarafından antifungal metabolitlerin üretimi, besin ve yer için yarışma ve mikoparazitlik gibi farklı mekanizmalar tarafından olur (Kredics et al., 2003).

*Trichoderma* çoğunlukla toprakta serbest yaşayabilen bir fungus olarak düşünülmektedir. Fakat bazı çalışmalar *Trichoderma* türlerinin fırsatçı (opportunistic) patojen ya da avirulent ve bitki ile ortak yaşayabilen (symbiont) olabileceğini desteklemektedir ( Samuels, 2006).

*Trichoderma* türlerinin *R. solani* başta olmak üzere patojenlere karşı biyolojik savaş mekanizmaları mikoparazitizm, antibiyotik üretimi, yer ve besin için yarışma ve bitkide gelişimi teşvik etme şeklindedir (Kredics et al, 2003). Hem mikoparazit hem de antibiont özellik taşıyanlar ise *R. solani*'nin hiflerini direkt parazitleme yanında antibiosis yoluyla, yani antibiyotik maddeler üreterek veya patojenin hücre zarlarını salgıladıkları enzimlerle eriterek etkili olurlar. *Tricoderma* türleri genellikle hifsel uzantılar oluşturarak *R. solani*'nin havai hiflerini parazitlerler. Sarmalama veya konukçu hif boyunca paralel gelişme sonucu parazitlenme olur. Ayrıca *T. harzianum* ve *T. hamatum* appressorium oluşturarak ve enzimatik yolla hücre duvarlarını delerek parazitlenmeyi gerçekleştirir. Hücre çeperinde eriyen bölgeler ve delikler

ancak parazit hiflerinin kopup patojenin hiflerinden ayrılmasından sonra görülebilmektedir (Elad et al., 1983).

Grosch et al. (2007), Brezilya'da antagonist fungusları yabancı bitkilerin toprak altı organlarından izole etmiş ve *Rhizoctonia*'ya karşı antagonistik etkilerini belirlemek için çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarda *Rhizoctonia*'nın fungal hücre duvarlarında melanin'in engellenmesi, antibiyosis ve mikoparasitizm gibi geniş spektrumlu antagonistik etkileşimi gözlemlemişlerdir. Seçilen bazı izolatların, patates üzerindeki sklerotların çimlenmesi üzerine etkileri, fungal hücre duvarlarını yıkıma uğratan enzimlerin üretimi, bitki gelişimini teşvik etmesi ve marul bitkisinde patojeni baskı altına alması şeklindeki nitelikleri araştırılarak, 3 ümitvar *Trichoderma viride* izolatu belirlenmiştir.

In-vitroda *R. solani* ve *V. dahliae*'ye karşı *T. harzianum*'un seçilmiş strainin yüksek antagonistik potansiyele sahip olduğu, patojen fungusları kontrolde farklı antagonistik mekanizmalar kullandığı, yer ve besin için rekabet dahil direkt etkileşim ve mikoparasitizm görüldüğü bildirilmiştir (Santamarina and Roselló, 2006).

Vinale et al. (2006), *Trichoderma harzianum*' un geniş alanlarda sera ve tarla bitkilerinde ticari olarak uygulanan T22 ve T39 strainlerinin, *R. solani* ile antagonistik etkileşimi sırasında kültür filtratlarından elde edilmiş temel ikincil metabolitlerinin karakterizasyonu ve izolasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada, T22 tarafından üretilen üç önemli bileşikten birinin azaphilone olduğunu ve in-vitroda *R. solani*, *Pythium ultimum* ve *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*'yi engellediğini; T 39 straininden

ise daha önce *T. harzianum* strainlerinden izole edilmiş iki bileşik ve yeni bir butenolide saptandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın, biyolojik preparat ve gübre olarak geniş alanlarda kullanılan bu iki strainin sekonder metabolitleriyle ilgili ilk çalışma olduğu da bildirilmektedir.

Djonovic et al. (2007), *T. virens*'in mikoparasitizmi ile ilgili olarak yaptıkları bir çalışmada, bu fungusun  $\beta$ -1,3 ve  $\beta$ -1,6 glucanases genleri aktarılmış tipi ile aynı genetik yapıdaki doğal tipin biokontrol etkinliğini araştırmışlardır. Gen transferi yapılmış tipin gelişiminin ve sporulasyonunun, doğal tipe göre daha yavaş olduğunu, ancak mikoparasitizm ve biyolojik etkinlikte azalma görülmediğini; gen aktarılmış tipin  $\beta$ -1,3- ve  $\beta$ -1,6 glucanases etkinliğinin toplam düzeyinin doğal tipe göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. In vitroda yapılan gözlemlerde gen aktarılmış tipin bu yüksek enzimatik etkinliğinin, *R. solani* ve *Pythium ultimum* misellerini engelemede pozitif etki gösterdiğini, yine *P. ultimum*, *R. solani* ve *Rhizopus oryzae*'ye karşı pamuk fidelerinde biokontrolü güçlendirdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçların da gösterdiği gibi, patojenlere karşı *T. virens*'in mikoparazitik etkinliğinin lytic enzim genlerinin kodlanması ile arttığı ve böyle strainlerin biyolojik mücadelede kullanılmasının etkiyi daha da artıracığını belirtmişlerdir.

Fungal hücre duvarları üzerine hidrolitik etkiyi artırmak için chitinases ve glucanases genlerin *T. harzianum*'a kodlandığını, gen kodlaması yapılan strainin, orijinal strainle karşılaştırıldığında in vitroda *R. solani*'ye karşı antifungal etkisinin arttığı gözlemlenmiştir (Rey et al., 2000). *T. harzianum*'dan kodlanmış endochitinase geni, tütün ve patates

bitkisine transfer edilmiş ve bu bitkilerin bir çok patojene karşı yüksek düzeyde ve geniş spektrumlu dayanıklılık gösterdiğini belirlemişlerdir (Lorita et al.,1998).

Rizosferdeki rekabet yeteneği, *Trichoderma*'lar açısından biyolojik mücadelede önemlidir. Çünkü bir biokontrol ajanın rhizosferde yaşayabilmesi için yer ve besin için başka mikroorganizmalarla rekabet etme gücünün olması gerekir. *Trichoderma* türleri toprağa ya da tohuma uygulandığı zaman hızlı bir şekilde bitkinin kök sistemi boyunca gelişir (Harman, 2000).

#### **2.4 R. solani Antagonistlerinin Ekolojik İstekleri**

Başta *Trichoderma* türleri olmak üzere antagonistleri biyolojik kontrol amacıyla uygularken, çevresel koşulları da göz önünde bulundurmak gerekir. Biyotik ve abiyotik çevresel koşullar *Trichoderma*'nın biyokontrol etkinliği üzerine etki edebilmektedirler. Özellikle toprağa yapılan uygulamalarda, sıcaklık, nem ve yağış durumu, pH, pestisidlerin varlığı, metal iyonları ve antagonist bakteriler gibi parametreler önemlidir. *Trichoderma* türlerinin gelişimi için optimum sıcaklıklar farklıdır. Bir çok *Trichoderma* türü orta sıcaklıkta daha iyi geliştiğinden (mezophilic), soğuk sonbahar ve ilkbahar koşullarında, çimlenmiş bitki tohumlarını soğuğa dayanıklı, toprak kökenli bitki patojeni strainlerinin yaptığı hastalıklara karşı koruyamayabilir (Kredics et al., 2003). *T. viride*'nin 28 °C de *R. solani*'yi etkili bir şekilde parazitlediği, 18 °C'de ise daha az etkilediği belirlenmiştir (Boosalis,1964).



Laboratuvar koşullarında 360 *Trichoderma* izolatu ile soğuğa tolerans konusunda yapılan bir çalışmada, 14 izolatın 5 °C’de iyi geliştiğini ve bu izolatların *T. aureoviride*, *T. harzianum* ve *T. viride* türleri olduğu saptanmıştır. Bu strainlerle yapılan ikili kültür testlerinde 10° C’de *R. solani* ve *F. oxysporum* f.sp. *dianthi*’ye karşı antagonistik etki gösterdiği belirlenmiştir (Antal et al., 2000).

Santamarina and Roselló (2006), *R. solani* ve *V. dahliae*’nin antagonisti olan *T. harzianum*’un gelişimi üzerine su ve sıcaklığın etkisini araştırmışlardır. Denemeye alınan bütün fungusların gelişme hızı ortamdaki su varlığı artıkça artmış ve en hızlı gelişme, en yüksek  $a_w$  (0,995) düzeyinde meydana gelmiştir. Sıcaklık 25 °C den 15 °C’ye düşürülünce gelişmede farklılıklar olmuş; *T. harzianum*, patojen funguslarla aynı ortamda 0,98 ve 0,995 su seviyelerinde, 15°C ve 25°C’lerde *R. solani* ve *V. dahliae*’den daha hızlı gelişerek her iki patojenin gelişimini engellemiştir.

*T. hamatum* ve *T. pseudokoningii*’nin bazı ırklarının aşırı toprak nemine adapte olduğu; uzun süren kurak koşulların, *Trichoderma* türlerinin kitle halinde azalmalarına yol açabileceği belirtilmiştir (Danielson and Davey, 1973).

Weindling (1941), yaptığı bir çalışmada, *Gliocladium fimbriatum* ve *Trichoderma sp.* nin birkaç straininden gliotoxini, pH 2 ile pH 6 arasında elde ettiğini, pH’nın daha yüksek olmasından olumsuz etkilendiğini bildirmiştir.

Jager and Velvis (1983), toprak tiplerinin yumru üzerinde oluşan sklerotların yoğunluğuna etkili olabildiğini; bu toprakların genellikle ya *R. solani*'nin inokulum yoğunluğunu baskı altına alabilen, ya yüksek seviyede sklerot gelişimi sağlayabilen, ya da düşük seviyede sklerot gelişimine neden olan toprak tipleri olarak tanımlanabileceğini; enfeksiyon ve sklerot oluşumundaki farklılıkların antagonistlerin yoğunluğu (özellikle *V. biguttatum*) ve saprofit *Rhizoctonia* strainlerinin geniş oranlarda bulunmasıyla ilgili olabileceğini, bu tür antagonistlerin bitkinin toprak altı kısımlarında ve toprakta serbestçe faaliyetlerini sürdürdüklerini bildirmişlerdir.

Jager and Velvis (1996), yaptıkları çalışmada mikoparazit *V. biguttatum*'un konidi süspansiyonu ile patatesteki *R. solani*'nin biyolojik kontrolünün çoğunlukla tınlı topraklara göre kumlu topraklarda daha az başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Samuels (2006) tarafından yapılan ve birçok araştırma sonuçlarının değerlendirildiği bir derlemede, *Trichoderma* türlerinin bir çok yörede ve toprakta yaygın olarak bulunduğu belirtilmekte; türlerin coğrafik yayılımının *T. harzianum* ve *T. asperillum* gibi ya geniş ve sınırsız ya da *T. viride*'de olduğu gibi sınırlı olduğu; yine *T. polysporum* ve *T. minutisporum* türlerinin daha çok soğuk topraklarda bulunduğu; *T. aureoviride*'nin İngiltere ve Kuzey Avrupa'da sınırlı görüldüğü; ticari selülaz enzimi üretimi için iyi bir tür olan *T. reesei*'nin son dönemde sadece Pasifik bölgesinde, Solomon adalarında canvas materyalinden izole edilebildiği; genus içinde yayılması en sınırlı olan türlerden *T. stromaticum*'un sadece Amerika kıtasında tropikal bölgede Kakao

ağaçlarında tespit edildiği ve bu ağaçlarda önemli bir hastalık etmeni olan *Crinipellis perniciososa*'ye karşı etkili olduğunu, ayrıca onun varlığının, antagonistin orda bulunmasının nedeni olabileceği bildirilmiştir.

## **2.5 Patateste *Rhizoctonia solani*'ye Karşı Biyolojik Savaş Çalışmaları**

Fungusların antagonist olarak kullanılması ilk kez *Tricoderma* ve *Gliocladium* ile *R. solani* arasındaki ilişkilerin ortaya konulduğu bir dizi çalışmayla yapılmıştır. Bu çalışmalar *Gliocladium*' dan elde edilmiş olan ve Gliotoxin adı verilen toksinin izole edilmesi ve bu toksinin etkinliği üzerinde etki yapan faktörlerin saptanması ile bakır sülfat, civa klorür gibi bazı fungusitlerle Gliotoxin' in etkisinin karşılaştırılması amacını güden denemeler şeklindeydi (Weindling,1932, 1934, 1937; Weindling and Emerson, 1936).

Beagle-Ristaino and Papavizas (1985), patateste *R. solani*'nin kontrollünde bazı fungal antagonistlerin etkinliğini sera ve tarla denemeleriyle değerlendirmişlerdir. *T. viride* (T-1-R9)'nin fermente edilmiş bioması (FB) ve *G. virens* (GI-21), ekimden önce *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık patates yumrularına toz formulasyonunda uygulamışlardır. Tarlada hastalık oranının sırasıyla % 50 ve % 55 oranında azaldığını, yumru parçalarından alınan sklerotların canlılığının antagonistler tarafından % 50 ve % 89 oranında azaltıldığını bildirmişlerdir. Serada, sklerotla bulaşık yumrulara dikimden önce T-1-R9' ün FB'sinin uygulanması, sklerotların çimlenmesini % 88'e kadar

azaltmıştır. *T. viride* (T-1-R9)'nın FB'si, *T. harzianum* (WT-6), *T. hamatum* (Tri-4) ve *G. virens* (GI-21), alüminyum sükatata püskürtülerek karıştırılmış ve toprağa bulaştırılmıştır. *R. solani*'nin inokulum oranının önemli oranda azaldığı; dört hafta sonra Tri-4'ün FB'si ile bulaştırılmış toprakta *R. solani* popülasyonunun elemine edildiği; antagonistlerin popülasyon düzeyinin 4 hafta içinde katlanarak arttığı; antagonist uygulaması yapılmış topraktan alınan *R. solani* sklerotlarının antagonistler tarafından şiddetli bir şekilde kolonize edildiği ve sklerotların canlılıklarının % 13-100 arasında azaldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar, bu çalışma ile *R. solani*'nin hem toprak kökenli hem de tohum kökenli inokulumunun biyolojik ajanlar tarafından etkili bir şekilde azaltılabileceğinin gösterildiğini bildirmişlerdir.

Hall et al. (2000), Avustralya'da Patateste *R. solani*'nin kontrolü için 6 fungusit ve iki potansiyel biyolojik ajan ile laboratuvar, gölge evi ve tarlada çalışmalar yürütmüşlerdir. Laboratuvar denemelerinde yumrulardaki sklerot canlılığının Maxim, Monceren ve yeni denenen bir kimyasal fungusit tarafından tamamen engellendiği, biyolojik mücadele ajanlarının ise sadece birisinin seyretilmemiş ortamda 24 saat boyunca daldırılmış yumrular üzerindeki sklerotların çimlenmesini engellediği diğerinin ise engellemediğini bildirmişlerdir. Amistar kimyasal ilacı laboratuvarda sklerot çimlenmesine etkili olmamasına rağmen gerek saksı gerekse tarla uygulamalarında yeni oluşan yumrular üzerindeki sklerotların oluşumunu engellemiştir. Gerek etmenle bulaştırılmış saksı denemelerinde, gerekse tarla denemelerinde biyolojik ajanların yumruya veya dikim sırasında toprağa uygulamasında patojenin kontrollünde herhangi bir etki gözlemlenmediği, Amistar ve Monceren'in yumruya

uygulamasının etkili olduğu yine Monceren'in tarlada yumru dikim sıralarına uygulamasının da belli bir oranda etki gösterdiği bildirilmiştir. Doğal bulaşıklığının yksek olduğu bir tarlada yapılan uygulamalarda testlenen fungusitlerinin hiç birinin patateste gvde enfeksiyonunun şiddetini ve oranını azaltmada tamamıyla etkili olamadığı; Amistar'ın dikim sıralarına 224 g a.i/ha uygulanmasının gvde enfeksiyonunu %50 oranında azaltarak en etkili uygulama olduğu; gvde enfeksiyonun oranı ile hasatta yumrular üzerinde oluşan hastalık oranı arasında direkt olarak bir ilişki kurulamadığı, rneğin, bir uygulamada Monceren'in tohum dikim sıralarına uygulandığı ve uygulama gormemiş kontrol parsellerine gvre gvde enfeksiyon oranının daha yksek çıktığı, fakat hasatta yumru enfeksiyon oranının kontrol parsellerinde % 84 iken uygulama goren parsellerde % 6 olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada elde edilen diğer bir sonuç da, tohumluğa yapılan btvn kimyasal uygulamaların, yumru enfeksiyonun az olduğu ve hastalıkla bulaşık olmayan toprağa dikim yapıldığı zaman daha fazla etkili olduklarının belirlenmesidir. Monceren uygulaması'nın % 28 oranında enfeksiyonlu yumrulara yapılıp temiz toprağa dikilmesi sonucu oluşan yumrulara % 1 oranında enfeksiyon gvrldüğü; iki yıl sonra aynı toprağa % 68 oranında bulaşık yumruların ilalanıp dikilmesiyle oluşan yumrulara % 37 oranında hastalık meydana geldiği bildirilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada, patatesten *Rhizoctonia*'nin kontrollünde denenen biyolojik ajanlarının etkili olmadığını, Monceren, Maxim ve yeni denenen iki fungusitin tohum uygulaması olarak, yine Amistar ve Monceren'in yumru dikim sıralarına uygulamasının etkili olduğunu; ayrıca uygulamaların hem toprakta hem

de yumruda patojen inokulumunun düşük olduğu durumlarda daha yüksek başarı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Tsrer et al. (2001), tarla çalışmalarında, organik patates yetiştirmek için *T. harzianum*, nonpathogen *Rhizoctonia* (np-R) ve sığır kompost gübresi (CMC-H)'ni patates dikim sıralarına uygulamışlar; ve siyah siğıl hastalığı oranının azaldığını belirlemişlerdir. *T. harzianum*'un toprak yüzeyine uygulanması, yumru dikim sıralarına uygulamasına göre daha az etkili olduğunu, nonpathogenik-binucleate *Rhizoctonia* (RS 521 ve RU 56-8-AG-P)'nun iki izolatının uygulanması ise tarla uygulamalarında bulaşık yumru oranı önemli oranda azatlığını belirlemişlerdir. Bütün uygulamalar hastalık oranını ve şiddetini önemli derecede azaltmasına rağmen toplam verimin etkilenmediğini, doğal bulaşık toprak ve bulaşık tohumluk yumrular kullanılarak *T. harzianum* ve np-R'in yeni yumrularda siyah siğıl oranını etkili bir şekilde azalttığını ilk kez gösterildiğini belirtmişlerdir.

Methyl bromide, Metam sodium, Terraclor süper-x ve biyolojik ajan *Trichoderma koningii*' nin *R. solani*'ye karşı etkisi tarlada ve bulaştırılmış serada araştırılmıştır. Çalışmada, Methyl bromide' in etkinliği doğrulanmış; Metham sodium uygulanan alandaki sağlıklı bitki oranında, Methyl bromide uygulanana göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiş; Terraclor super-x ve *T. koningii* hastalığı önlemede birbirine yakın oranda etki göstererek istatistiksel anlamda diğer iki kimyasaldan önemli oranda farklı bulunmuşlardır (Marouli and Tzavella, 2002).

Brewer and Larkin (2005), serada 28 potansiyel biyokontrol etmenini patatestede *R. solani*'ye karşı test etmişlerdir. Çalışmada *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Penicillium sp.*, *Trichoderma sp.* ve *Rhizoctonia zae*'nin tarla izolatları, yine biyokontrol etmeni olarak bilinen *Laetisaria arvalis*, *Verticillium biguttatum*, *Cladorrhinum foecundissimum*, *Stillbella aciculose* ile, *Bacillus subtilis* (Kodiak), *T. virens* (Soilgard) ve *T.harzianum*' un (Rootshield) ticari preparatları kullanılmıştır. Birçok fungal izolatan farklı oran ve formülasyonları ve antagonist kombinasyonlarının etkinliğinin araştırıldığı çalışmada azoxystrobin etkili maddeli kimyasal ilaç da denenmiştir. Çalışmanın sonucunda *Bacillus subtilis* GB03, *R. zae* LRNE17E, *S. aciculose* 112-B ve kimyasal kontrol, kök boğazı nekrozunun azaltılmasında (% 40-49) oranında etkili bulunmuş; *L. arvalis* ZH-1, *R. zae* LRNE17E ve kimyasal ilaçlar yumruda siyah siğil hastalığının şiddetini % 54-60 oranında azaltmıştır. Diğer uygulamalar ise *R. solani*'nin neden olduğu kök boğazı nekrozu ve siyah siğilin mücadelesinde daha az etkili bulunmuşlardır.

Wilson et al. (2008), patatestede gövde kanseri ve siyah siğil hastalıklarına neden olan toprak kökenli *R. solani*'nin dinamiği üzerindeki deneyler ve model uygulamalarıyla saksılarda *T. harzianum*'un etkilerini ilk kez araştırmışlardır. *R. solani* inokulumu konukçudan belli bir mesafede (30 - 60 mm) yerleştirildiğinde, antagonist uygulamasının inokulum sonrası ilk 7 gün boyunca, gövde lezyon indeksi (RSI) olarak ifade edilen semptomların şiddetini azaltmıştır. Örneğin inokulum konukçudan 40 mm uzağa yerleştirildiğinde, *T. harzianum* uygulanmış ise RSI değeri 6,

uygulanmamış ise 40 bulunmuştur. Böylece konukçu ile patojenin bulunduğu mesafe artıkça hastalığın şiddetinin de azaldığı belirlenmiştir. Daha sonraki gözlemlerde de antagonistik etkinin başarılı bir şekilde devam ettiği, gelişen yeni yumrular üzerinde siyah siğil oluşumunun şiddetinin azaldığı saptanmıştır. Yine bu çalışmada, antagonist uygulamasının küçük yumru oluşumunda, toplamda kontrolle göre azalmaya neden olduğu ve böylece de *T. harzianum*'un yumru büyüklüğü üzerine pozitif etkili olduğunu gösteren ilk kez açıklanmıştır.

Anonymous (1983), İngiltere'de 1981-1983 yılları arasında Bristol Üniversitesi tarafından yapılmış bir çalışmada, ekim öncesi yapılan uygulamada, iki Bavistin (carbendazim) formülasyonu ve Rizolex (tolclofos-methyl)' in hastalığa karşı önemli oranda koruma sağladığını; ayrıca biyolojik kontrol çalışmalarında *T. harzianum* ve *T. viride* nin spor süspaniyonu ile muamele görmüş yumruların gelişen bütün bitkilerde gövde ve stolonlarda nekrozların ve siyah siğil belirtilerinin daha az görüldüğünü, ancak hiçbir biyolojik uygulamanın, ekim öncesi Carbendazim' in yumruya uygulanması kadar etkili olmadığını belirtmiştir.

Wicks et al. (1995) Avustralya'da yaptıkları bir çalışmada, patatesten *R. solani*'nin sklerotları ile bulaşık yumrulara kimyasal ve biyolojik uygulamalar yapmışlar ve bu uygulamaların etkinliklerini test etmek için yumruların alınmış sklerotların canlılıklarını testlemişlerdir. Sonuçta yumruların % 2'lik formaldehid çözeltisinde 20 dakika tutulmasıyla yumru yüzeyindeki sklerotların çoğunluğunun canlılığını kaybettiğini tolclofos- methyl'in toz formülasyonunda kullanılması veya



püskürtme şeklinde fenpiclonil ile pencycuron ilaçlarının kullanılması ile elde edilen etkinin formaldehit'e eşdeğer olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca daldırma şeklinde sodium hypochlorit'in kullanılmasında ise etkinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. *V. biguttatum*' un hazırlanmış spor süspansiyonunun yumrulara püskürtülerek veya daldırma şeklinde uygulanmasıyla sklerotların % 90' ının canlılığını kaybettiğini, benzer uygulamanın *Bacillus*, *Gliocladium* ve *Trichoderma* gibi organizmalarla yapıldığını ancak bunların etkili olmadığını kaydetmişlerdir.

Grosch et al. (2006), in-vitroda, 6 fungal antagonist izolatının farklı sıcaklıklarda *R. solani* misellerini parazitlenme ve sklerotların çimlenmesini engelleme yeteneği dahil çeşitli parametreleri hesaplamıştır. Antagonistlerin BOX-PCR ile genetik özelliklerinin belirlenmesi sonucu bunların *T. reesei* ve *T. viride* oldukları belirlenmiş; patates filizleri *Trichoderma* ile muamele gördüğü zaman, bütün izolatların *Rhizoctonia*'nın neden olduğu belirtileri önemli oranda azalttığını ifade etmişlerdir.

Jager and Velvis (1988), *R. solani*'nin özel antagonisti *V. biguttatum* ile ilgili tarlada ve laboratuvarında yaptıkları bir çalışmada patates tohumlarının bu hiperparazitin hif ve conidium süspansiyonuna daldırılması sonucu, *R. solani* sklerotlarının canlılığının azaldığını belirlemişlerdir.

## 2.6 Biyolojik Mücadele Ajanları ile Kimyasal İlaçların Tek Başına veya Birlikte Kullanılması

Biyolojik mücadele uygulamalarında pestisitlerin etkisi iki farklı şekilde değerlendirilebilir. Bazı hastalıklara karşı kullanılan pestisitlere dayanıklı *Trichoderma* strainlerinin bulunması veya mutasyonla geliştirilmesiyle, özellikle toprak patojenlerine karşı kombinasyon şeklinde kullanılmaları ve böylece hastalığın baskı altına alınması düşünülebilir (Kredics et al., 2003). Diğer taraftan benomyl ve carbendazim gibi benzimidazolün uygulama kombinasyonlarında bazı *Trichoderma* türlerinin hassasiyeti nedeniyle problemler ortaya çıkabilir. Uygulanacak bir *Trichoderma*'lı biyolojik preparat bu fungusitlerden etkilenebilir ve bu nedenle fungusite dayanıklı mutantları kullanmak gerekebilir. UV mutasyonlarının *T. harzianum* T 95 (ATCC 60850) gibi Benomyl'e dayanıklı *Trichoderma* strainlerinin izolasyonunda faydalı olduğu bildirilmiştir (Ahmad and Baker, 1987).

Benomyl'e tolerant bir *Trichoderma* sp. mutanı, karanfil fidelerinin daldırıldığı köklendirme hormonuna eklendiğinde, karanfillerde görülen *R. solani*'nin neden olduğu hastalığı % 50 azaltmıştır. Bunun yanısıra hormon solüsyonuna benomyl eklendiğinde kombinasyondan elde edilen başarı %100 yakın olmuştur (Papavizas et al.,1982).

Ağır metaller içeren yapay besin ortamında denenen bazı *Trichoderma* mutantlarının bu metallere dayanıklı olduğu görülmüş, yine bu *Trichoderma* mutantlarının başta *Rhizoctonia* olmak üzere *Fusarium*

ve *Pythium* türlerine etkili olduğu belirlenmiştir. Bu mutantların, ağır metal içeren ilaçlarla birlikte hastalıklara karşı kullanılmaları entegre mücadele kavramı içinde bir değer oluşturabilir (Kredics et al., 2001). Fungisitler (tolclofos-methyl, pencycuron ve mepronil) biyolojik kontrol ajanı (*V. biguttatum*) ile birlikte kullanıldığı zaman sonuçlar çoğunlukla daha iyi olmuş; entegre kontrolde Pencycuron'un % 25 dozunda kullanılmasının, kimyasal mücadelede aynı etkili maddenin tam dozda kullanılmasına eş değer bir etki gösterdiği belirtilmiştir ( Jager et al.,1991).

Virgen et al. (2000), *R. solani*'ye karşı in-vitro ve in-vivo koşullarda bazı biyokontrol elemanlarının (*Bacillus subtilis*, *Gliocladium virens*) ve fungusitlerin (pencycuron, tolcofos-methyl, fluazinam, azoxystrobin) etkinliklerini araştırmış; tarladan toplanan bazı *Bacillus* strainlerinin in-vitro' da bazı anastomosis grubuna ait izolatların gelişimini etkilediği; fungusitlerden sadece pencycuron ve tolcofos-methyl'in in-vitro' da AG 3'ü % 100 oranında engellediği; tarlada ise azoxystrobin ve pencycuron' un yumrudaki sklerotların gelişimi üzerine en yüksek etkiyi gösterdiğini belirlemiştir.

Jager et al. (1991) Hollanda' da yaptıkları tarla denemelerinde, patates yumrularındaki *R. solani* sklerotlarının oluşumu üzerinde biyolojik, kimyasal ve entegre kontrolün etkinliğini araştırmışlardır. Çimlendirilmiş bulaşık tohumluk yumrular, *R. solani*' nin paraziti olan *V. biguttatum* ile inokule edilerek; bazı fungusitler ise (tolclofos-methyl, pencycuron ve mepronil) toprağın üst kısmına karıştırılarak uygulanmıştır. Biyolojik ajan ile bulaştırılmamış alandaki ürün kayıpları

daha fazla iken, *V. biguttatum* uygulanmış alanda bu kayıplar azalmıştır. Önerilen oranda uygulanan fungusitlerin iyi sonuçlar verdiği, fakat düşük dozların kumlu topraklarda, tınlı ve verimli topraklara göre daha az etkili olduğu belirtilmiştir.

Van den Boogert et al. (2004), biyolojik kontrol ajanları ve bir dizi kimyasal ilaçla, patatesten *R. solani*'nin neden olduğu siyah siğil hastalığını engellemede yeni kontrol stratejileri belirlemek amacıyla *Rhizoctonia*'nın özel biokontrol ajanı olan *V. biguttatum* ile kimyasalların uygunluklarını testlemişlerdir. Kimyasalların etkisi yapay besin ortamında tek başına ve *V. biguttatum* ile kombinasyon şeklinde, mini yumrularla bio denemelerde ve tarlada testlenmiştir. Denenen kombinasyonlar ile *V. biguttatum* arasında genellikle antagonistik interaksiyon bulunduğunu; sinerjik interaksiyonun ise olmadığını belirtmişlerdir. Geniş spektrumlu fungusitlerin (azoxystrobin, chlorthalonil, thiabendazole) in vitro deneylerde *V. biguttatum*'a toksik etki gösterdiğini; bio denemelerde de siyah siğilin *V. biguttatum* tarafından kontrolünü engellediğini belirtmişlerdir. Oomycetes üyelerine etkili spesifik kimyasallar (Cymoxanil ve propamocarb) ve farklı biokontrol strainleri (*Gliocladium* spp., *Pseudomonas* spp. ve *Trichoderma* spp.) besin ortamında *V. biguttatum*'un gelişimini engellememiş; bio denemelerde mini yumrulara birlikte uygulamalarında ise antagonistin siyah siğil hastalığının kontrollüne etkisini azaltmamıştır. *Rhizoctonia*'ya özel fungusidler (Pencycuron, flutalonil) ile *V. biguttatum*'un birlikte uygulanmasının siyah siğil'in kontrolü üzerinde ek etki gösterdiği; *V. biguttatum* ve cymoxanil veya propamocarb kombinasyonunun bitkilerin yeşil olduğu dönemde olgunlaşmamış

yumrulara uygulanması durumunda yumrularda siyah siğil oranını azalttığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, *V. biguttatum* ile *Rhizoctonia*'ya özel fungusidlerin birlikte uygulanmasıyla siyah siğil'in kontrollündeki etkinin artırılabilirliğini vurgulamışlardır.

Biçici (1983), İngiltere'de yaptığı çalışmada kıvırcık marul ve şeker pancarında, *R. solani*'nin farklı izolatlarına karşı antagonist *Trichoderma hamatum*, *T. harzianum* ve *T. viride* fungusları izole edilmiştir. In vitro'da İprodione, Rizolex ve PCNB gibi fungusitlerin *R. solani* ve bu antagonist *Trichoderma* türlerine karşı biyolojik etkinlikleri araştırılmıştır. İprodione ve Rizolex antagonist *Trichoderma* türlerine karşı çok az etki gösterirken *R. solani*'ye oldukça etkin bulunmuştur. Fakat PCNB hem *R. solani*'ye hem de antagonistlere karşı etkili olarak saptanmıştır.

Popkova and Koshechkina (1978)' in Rusya'da yaptıkları çalışmada, *R. solani*'nin yumru enfeksiyonu ile protein kontrolü ve nişastanın azalması arasında doğrudan bir ilişki bulunduğunu, ekim öncesi tohumluk yumrunun ilaçlaması sonucu oluşan yeni bitkide kök boğazında, gövde ve yeni yumruda enfeksiyonların azaldığı, en etkili fungusidlerin benomyl ve thiram + benomyl olarak bulunduğunu, bu fungusitlerin ortalama olarak verimi 30-75.7 centners/ha arasında artırdığını belirlemişlerdir.

Tsrer and Peretz-Alon (2005), dikim sıralarına fungusit uygulamalarının hastalık şiddetini azalttığını, fakat toprakta ve yumru

üzerinde inokulum yoğunluğunun ilk dönem yüksek olması durumunda fungusitlerin etkinliğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Harris et al. (1988), tarafından İngiltere’de yapılan bir çalışmada, Tolclofos-methyl ve Prochloraz manganese chloride kompleksi patates yumrularına uygulanmış; ekimden önce farklı aralıklarda yapılan uygulamalar sonunda *R. solani*’nin yaptığı hastalıktan başka *Polyscytalum pustulans*, *Helminthosporium solani* ve *Colletotrichum coccodes*’e karşı da iyi sonuçlar alınmıştır.

Errampalli et al. (2006), patatesten *R. solani*’nin neden olduğu gövde nekrozu ve siyah siğil hastalığının kontrolü amacıyla 1999 ve 2000 yıllarında tarla denemeleri yürütmüşler ve dikim öncesi, chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ) ve thiophanate-methyl (TPM) ile yumru uygulamalarının tek başına ve birlikte etkilerini araştırmışlardır.  $\text{ClO}_2$  ( $200 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve TPM (50 g aktif etkili madde  $100 \text{ kg}^{-1}$  yumru) kombinasyon uygulaması hasatta ve depolamadan sonra yeni yumrulara siyah siğil oluşumunu önemli oranda azaltmış; kontrol,  $\text{ClO}_2$ , TPM ve uygulamaların kombinasyonu arasındaki karşılaştırmada,  $\text{ClO}_2$  uygulamalarından sonra siyah siğil olarak nitelenen sklerotlarının çoğunun ölmüş olduğu saptanmıştır. Yine TPM ile  $\text{ClO}_2$  kombinasyonunun *R. solani*’nin gelişimini engelleyerek yumrulara koruma sağladığı; kontrolle karşılaştırıldığında en yüksek verimin kombinasyon uygulamalarıyla elde edildiği ve herhangi bir fitotoksiteye rastlanmadığı belirlenmiştir.

Toprak dezenfeksiyonun hedefi patojenler olduğu halde, hedef dışı faydalı mikroorganizmalar da etkilenebilmektedir. Ancak *Trichoderma*

spp. ve *Gliocladium* spp., gibi antagonistler kullanılan fumigantlara ve diğer bazı kimyasallara karşı patojenlerden daha az duyarlıdırlar. Bu mikroorganizmalar uygulama yapılmış toprakta tekrar kolonize olabilirler (Garibaldi and Gullino, 1995). Methyl bromid'in düşük dozu + *T. harzianum* kombinasyonunun *R. solani*'nin kontrolünde etkili olabildiği bildirilmiştir (Strashnow et al.,1985).

Tolchlofos-methyl'e karşı duyarlılıkları araştırılan *R. solani* izolatlarından birisi hariç diğerlerinin yüksek derecede duyarlı oldukları belirlenmiştir (Delen vd.,1991).

## **2.7 Patateste *R. solani*'nin Neden Olduğu Hastalıklar Konusunda Diğer Çalışmalar**

Mevcut alternatifler arasında biyolojik kontrol ajanını ve toprak solarizasyonunu kombinasyon şeklinde uygulanması veya solarizasyon sonrası antagonistin toprağa uygulanması toprak kökenli hastalıkların kontrolünde ümitvar metodlar olarak düşünülebilir. Solarizasyonun *R. solani*'ye karşı *T. harzianum* ile birlikte kullanılması patojenin engelenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Chet et al.,1982).

Biçici ve Erkılıç (1986) tarafından 1983-1985 yılları arasında Çukurova'da yürütülen bir çalışmada, 4-8 hafta arasında polietilen örtü ile örtülerek ısıtılan tarla topraklarında, *R. solani* inokulumunun azalabildiği ve solarizasyon sonrası fungusit veya *R. solani*'nin antagonisti *Trichoderma harzianum* uygulaması ile hastalık belirtilerinin baskı altına alınabileceği saptanmıştır.

Yeşil gübre ve kompost gibi organik katkı maddeler, bitki ekim/dikiminden önce toprağa uygulandığı zaman biyolojik kontrol daha etkili olabilmektedir. Kompostlar başta olmak üzere bu tür maddeler topraktaki antagonistler için ideal bir besin kaynağıdır ve toprakta gelişim ve yayılmalarına neden olurlar. Böylece faydalı mikroorganizmaların aktifleşmesiyle hastalık kontrollünü sağlayabilirler. *R. solani* gibi sklerot oluşturup toprakta uzun süre yaşayan patojenlere karşı kompostlara özel biyolojik mücadele ajanlar eklenerek uygulanmaları halinde daha hızlı kolonize olabildiklerinden dolayı hastalık baskı altına alınabilir (Hoitink et al.,1997).

Yanar vd. (2005), Tokat ilinde Patateste siyah kabukluk olarak adlandırdıkları hastalığa neden olan *R. solani*'ye karşı 12'si yerel, 16'sı tescilli olmak üzere toplam 28 adet patates çeşidinin reaksiyonunu belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşler; Bu çalışmada Jaerla, Moreno ve Batum patates çeşitlerinde siyah kabukluluk oranı sırasıyla % 37.9, % 30.3 ve % 29.7 ile diğer çeşitlere göre önemli düzeyde yüksek bulunurken Aybastı Beyazı, Agria, Trabzon Yaylabaşı ve Gürgentepe sarısı çeşitlerinde sırasıyla %0.2, 1, 1.4 ve 1.5 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan diğer çeşitlerde ise hastalık oranı % 2.4 ile %16 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Samuels (2006)' in birçok araştırmacıya atfen bildirdiğine göre, bazı *Trichoderma* türleri havadaki toz zerciklerinde ve hastanelerde tespit edilmiştir ve insan sağlığını etkileyebilmektedir. *Trichoderma* türlerinin birkaç olayda insanda yaygın enfeksiyon ve alerjik reaksiyonlara neden olabildiği bildirilmekte ve bu türlere örnek olarak *T. longibrachiatum* ve



*T. citrinoviride* verilmektedir. Moleküler teşhis çalışmalarda bu türlerin birbirlerine yakın oldukları tespit edilmiştir (Samuels, 2006). *T. longibrachiatum* en iyi gelişmeyi ve sporulasyonu 40°C de göstermektedir (Samuels et al., 1998). Burada önemli bir düşünce, *T. longibrachiatum*'un biyolojik kontrolde kullanılmasının güvenli olup olmadığıdır. Çünkü yukarıda da açıklandığı gibi bu türler insan vücudu sıcaklığında gelişebilir ve spor oluşturabilir ve bu nedenle de uygulanması sıcak kanlıların sağlığı açısından bir risk yaratabilir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Çalışmanın materyalini Çizelge 3.1 de özellikleri belirtilen yerlerden alınan toprak örnekleri; Granola ticari patates çeşidi; Rizolex, Rizolex-T ve Celest Max ticari isimli kimyasal preparatlar; hastalıklı patates bitkisi ve yumruları; orijinal *R. solani* izolatları ve bu patojenin orijinal, antagonistik fungal izolatları ile bazı besin ortamları oluşturmuştur.

#### 3.1.1 Çalışmada Kullanılan Toprak Örnekleri

Türkiye'nin, mikroorganizma varlığı yönünden farklı özellikte olduğu varsayılan 9 yöresinden toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin alındığı yöreler Çizelge 3.1'de; toprak örneklerinin cam kavanozlardaki görüntüleri ve örnekleme yerlerinden bazı görüntüler Şekil 3.1 ve 3.2' de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Antagonist izolasyonu için seçilen toprak örnekleri

Örnek No	Alındığı Yer	*Toprağın En Belirleyici Özelliği	Simge
1	Van	Gölün suyundan etkilenmiş topraklar	VG
2	Pamukkale/Denizli	Travertenlere bitişik konumlu, yoğun kalkerli topraklar	PT
3	Konya	Tuz Gölü sularından etkilenmiş topraklar	TZ
4	Fethiye/Muğla	Günlük ormanlarda organik maddece zengin orman altı toprakları	LO
5	Keban /Elazığ	Keban Barajı çevresi toprakları	KEB
6	Karacadağ /Diyarbakır	Volkanik dağ bölgesi toprakları	KB
7	Altınova/Balıkesir	Patates tarımına uygun, kumlu topraklar	A
8	Ödemiş/İzmir	<i>R. solani</i> ' nin sorun olmadığı patates tarlası toprakları	ÖT
9	Bozdağ/Manisa	<i>R. solani</i> ' nin sorun olmadığı patates tarlası toprakları	BOZ

\*Toprak örneklerinin analiz sonuçları Ek Çizelge 1'de verilmiştir.



**Şekil 3.1** Antagonist izolasyonu için alınan toprak örneklerinin cam kavanozlardaki görüntüsü



**(a)**



**(b)**

**Şekil 3.2** Toprak örneklerinin alındığı Tuz Gölü çevresinin (a) ve Günlük ormanlarının (b) görüntüsü

### 3.1.2 Çalışmada Kullanılan Besin Ortamları

#### PDA Ortamı

Ayıklanmış 200 g patates küçük parçalar halinde doğranarak 1.0 litre destile suda haşlanmış ve birkaç kat tülbenten süzülerek suyu alınmıştır. Sonra 20 g sakkaroz ve 15 g agar patates suyuna eklenmiş ve otoklavda 121 °C 15 dk tutularak sterilize edilmiştir.

#### Zayıf Ortam

Bu ortam 20 g patatesin haşlanıp süzülmesi ve süzüntüye 2 g sakkaroz, 15 g agar ilavesiyle hazırlanmış, yani on kez zayıflatılmış bir PDA ortamıdır.

#### Geliştirilmiş PDA Ortamı

PDA besin ortamına 32 mg/l rose-bengal eklenerek iyice karıştırılmış ve otoklavda sterilize edilmiştir. Sterilize ortamın sıcaklığı 45°C ye düştükten sonra, birkaç ml steril destile suda eritilmiş 200 mg Streptomycin sulfat ilave edilmiştir.

#### Tolclofos Methyl Katkılı Geliştirilmiş PDA Ortamı

Bu ortamın geliştirilmiş PDA ortamından farkı 6 mg/l \*Rizolex de içermesidir.

---

60 mg Rizolex (% 50 tolclofos methyl) 60 ml % 95.5 lik etil alkol içinde iyice eritildikten sonra pipetle 10 ml çekilerek, sıcaklığı 45 °C ye düşmüş steril, rose-bengal' li ve antibiyotikli PDA ortamına eklenir.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Denemelerde Kullanılan *R. solani* İzolatlarının Seçimi

İzmir bölgesi patates ekim alanlarında hastalıklı patates bitkilerinin kök ve kök boğazlarından 30 adet *R. solani* izolatı elde edilmiş ve bunlardan 15 tanesi seçilerek patojenisite çalışmalarına alınmıştır. Çalışma iklim odasında, sterilizasyonu yapılmış 20 l toprak dolu saksılarda ve 22-25<sup>0</sup> C'ye ayarlı sıcaklıkta kurulmuştur.

İnokulum hazırlamada kepek kültürü yöntemi (Turhan, 1992) kullanılmıştır. Bu yöntemde göre 150 g buğday kepeğine 15 ml su eklenerek uygun cam kaplara konulmuş ve otoklavda 121<sup>0</sup> C de 30 dakika süreyle sterilize edilip soğutulmuştur. Bu sırada PDA' da aktif gelişme döneminde bulunan *R. solani* kolonisi inokulasyon iğnesiyle 8 parçaya kesilmiş; her parça bir şişedeki kepek ortamına inokule edilmiştir. Şişeler 15 gün süreyle 25<sup>0</sup> C de karanlıkta bekletildikten sonra elde edilen stok inokulum saksı toprağına 1/100 oranında karıştırılmış ve her saksıya hastalıkla bulaşık olmayan 2 adet yumru dikimi yapılmıştır.

Üç tekerrürlü olarak kurulan bu denemelerde değerlendirme, bitkiler generatif döneme girerken yapılmıştır. Bu dönemde bitkiler sökülmüş; kök ve kök boğazında oluşan belirtilere göre hastalık, 0-3 kökboğazı nekrozu skalasına göre (Anonymous, 1996) değerlendirilmiştir. En virulent görülen izolatlardan biri daha sonraki denemelerde kullanılmak üzere seçilmiştir.

Seçilen *R. solani* izolatının ait olduğu anastomosis grubu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden Prof. Dr. Erkol DEMİRCİ tarafından AG-4 olarak belirlenmiştir.

### **3.2.2 Antagonist İzolasyonu İçin Toprak Örneklerinin Alınması**

Toprak örnekleri Türkiye'nin, mikroorganizma varlığı yönünden farklı özellikte olduğu varsayılan 9 yöresinde, hem patates tarımının yapıldığı hem de patatesle ilgisi olmayan alanlardan alınmıştır (Çizelge 3.1). Patates üretiminin yapılmadığı yörelerde örnekleme alanını temsil edecek şekilde 10 farklı bölgeden ve her bölgenin de en az 25 farklı noktasından toprak örnekleri alınmıştır. Patates tarımının yapıldığı İzmir ili Ödemiş ve Bozdağı bölgelerinde ise, hasat dönemindeki gözlemlerde üzerinde *R. solani* sklerotlarının bulunmadığı veya az görüldüğü en az 10 tarlardan örnekler alınmıştır.

Bütün bölgelerde toprak örnekleri, toprağın üst tabakası sıyrıldıktan sonraki 5-10 cm'lik kısmından alınmış, karıştırılarak paçal haline getirilmiş ve üçer adet 10 kg'lık toprak bez torbalara konulup etiketlenerek laboratuara getirilmiştir. Yine bu toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde analiz yapılarak belirlenmiştir (Ek Çizelge 1).

### **3.2.3 Toprak Örneklerinden Antagonist İzolasyonu**

Farklı yörelerden alınan topraklardan *R. solani*'ye antagonistik etkili fungusların izolasyonu için aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır:

### **Toprağı Sulandırma Yöntemi (Dhingra and Sinclair, 1986)**

Laboratuvara getirilen toprak örneklerinden 10 g tartılarak, 100 ml'lik erlenmeyer içindeki % 0 1,5 oranında agar içeren 90 ml steril destile suya aktarılmış ve çalkalayıcıda 80 devir/dk hızla 30 dk süreyle çalkalanmıştır. El ile çalkalamaya devam edilirken, bu toprak süspansiyonundan steril pipetle 10 ml çekilmiş ve 90 ml'lik ikinci agarlı steril suya aktarılmıştır. Bu işleme, seyreltme oranı 1/500.000 - 1/1 000. 000 oluncaya kadar devam edilmiştir. Bu sırada 250 ml'lik erlenlerde steril halde ve 45 °C de bekletilen **geliştirilmiş PDA ortamına**, son çözültiden 1 ml eklenerek Petri kutularına paylaştırılmıştır.

### ***Rhizoctonia* Sklerotlarının Çalkalama Suyundan Antagonist İzolasyonu**

Hasat döneminde İzmir bölgesinde hastalıklı tarlalardan, etmenin sklerotlarıyla yoğun olarak bulaşık ve skala değeri 3 olan (Anonymous,1996) yumrular alınıp laboratuvara getirilmiş ve toprak örneklerinin bulunduğu saksılara 10'ar adet olacak şekilde gömülerek 20 ± 2 °C'de en az 3 hafta bekletilmiştir. Daha sonra yumrular çıkartılarak üstüne yapışmış toprak parçaları fırça ile uzaklaştırılmış ve bistüri ile kazınarak elde edilen 1-2 g arasında sklerot 250 ml'lik erlen içindeki 100 ml steril suda 80 devir/dk hızda 30 dk süreyle çalkalanmıştır. Bu süre sonunda, çalkalama suyundan steril pipetle alınan birer ml örnek, erlenlerde steril ve 45 °C sıcaklıkta bekletilen geliştirilmiş PDA ortamına (100 ml) eklenerek Petri kutularına taksim edilmiştir. İnkübatörde 25 ± 1 °C de gelişmeye bırakılan Petri kutuları

potansiyel hiperparazit kolonilerinin varlığı açısından izlenmiş ve gelişen kolonilerden tüplere izolasyon yapılmıştır.

### **Patojen Kültürünün Tuzak Olarak Kullanılmasıyla Antagonist İzolasyonu**

*R. solani*, PDA ortamında inkübatörde 4-7 gün geliştirilmiştir. Gelişen kültürlerin üzeri ince bir tabaka halinde toprakla kaplanmış ve inkübatörde 22-25 °C de 10-15 gün bekletilmiştir. Sonra, kültürlerin üzerindeki toprak silkelenmiş; alttaki *Rhizoctonia* kültürü steril su ile yıkanmış ve sonra kork borer ile kesilen 5 mm' lik diskler Rizolex ilaç katkılı rose bengal'lı PDA ortamına aktarılarak inkübatörde 3-5 gün gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen muhtemel antagonist adayları daha sonra tüplerde saflaştırılmıştır. Şekil 3.3'te *R. solani* kolonilerinin üzerinin toprak örneğiyle kaplanması (a) ve Rizolex ilaç katkılı rose bengal'lı PDA ortamına gelişen fungus kolonileri (b) görülmektedir.



(a)



(b)

**Şekil 3.3** *R. solani* kolonilerinin üzerinin toprak örneğiyle kaplanması (a) ve besin ortamında gelişen fungus kolonileri (b).



### Yumru Üzerindeki *Rhizoctonia* Sklerotlarından Antagonist İzolasyonu

Bunun için toprak örneklerinin bulunduğu saksılarda gümülü olarak en az 3 hafta  $20 \pm 2$  °C de bekletilmiş yumruların üzerindeki sklerotlar bistüri ile alınarak geliştirilmiş PDA ortamına çok sayıda aktarıldıktan sonra inkübatörde 3-5 gün gelişmeye bırakılmış ve gelişen muhtemel antagonist adayları tüplere aktarılmıştır. Şekil 3.4'da saksılarda bulunan toprak örneklerinden çıkarılmış sklerotlu yumruların görüntüsü (a) ve besin ortamına aktarılan sklerotlardan gelişen fungus kolonileri (b) görülmektedir.

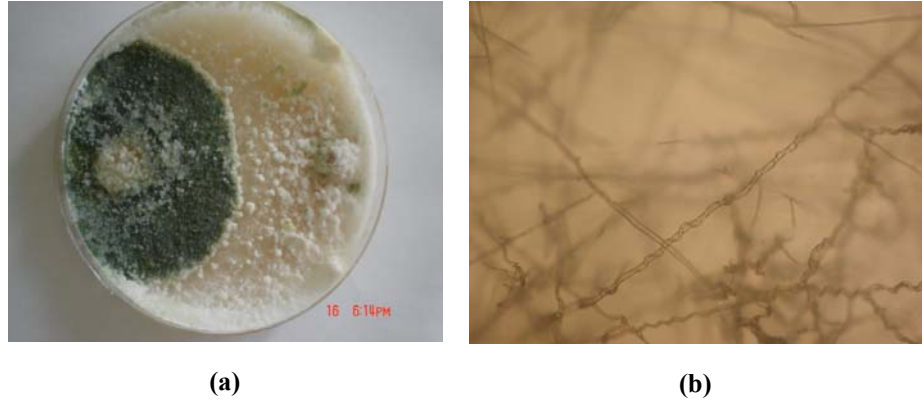


**Şekil 3.4** Toprak örneklerine gömülerek bekletilmiş sklerotlu yumrular (a) ve bu sklerotlardan gelişen fungus kolonileri (b)

#### 3.2.4 Antagonistik Etkinin Kanıtlanması

Açıklanan yöntemler kullanılarak elde edilen fungusların *R. solani*'nin antagonisti olup olmadığını kesin olarak belirlemek için gerek PDA ortamına, gerekse 1/10 oranında seyreltilmiş zayıf PDA ortamına

karşılıklı olarak ekilen bu funguslar ile patojen, ikili kültürler halinde makroskopik ve mikroskopik olarak incelenmiştir. PDA ortamında *R. solani* karşısında gelişen fungus ilerlemeye devam ederek onun üzerinde yayılma gösteriyorsa; ayrıca 1/10 oranında seyretilmiş PDA ortamında karşılıklı gelişen ikili arasındaki etkileşiminin mikroskopta incelenmesi sonucunda fungus, *R. solani* hiflerini sarmalayıp penetre edebilme yeteneğinde ise **hiperparazit** olarak kabul edilmiştir. Hiperparazitik özelliğe sahip bu funguslar etkilerinin daha ayrıntılı incelenmesine yönelik in vitro çalışmalarda kullanılmak üzere PDA'lı tüplere aktarılmıştır. Şekil 3.5'de antagonist fungus ile patojenin besin ortamına karşılıklı olarak ekildikten sonra, fungusun hiperparazit özelliği göstererek patojen üzerinde yayılması (a) ve 1/10 oranında seyretilmiş zayıf PDA ortamına ikili kültürler halinde ekildikten sonra fungusun patojen kolonisi üzerinde yayılması ve bunun mikroskop altında incelenmesinde patojen hiflerini sarmalaması ve penetre etmesi (b) görülmektedir.



**Şekil 3.5** Antagonistin *R. solani* kolonisi üzerinde yayılması (a) ve patojenin hiflerini sarıp penetre etmesi (b)

### 3.2.5 Antagonistik İzolatların Tanılanması

Çalışmada izole edilen antagonist funguslar, teşhis için gruplandırılmıştır. Bunu için PDA ortamında gelişen antagonist fungusların renk, koloni görüntüsü, gelişme hızı vb. gibi makroskopik özellikleri dikkate alınmıştır. Yine antagonist fungusların tanıma esas, ayrıntılı özellikleri mikroskopta incelenerek genus düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. Tür düzeyinde tanım için, gruplandırılmış izolatlardan 120 adet seçilmiştir. Tanımlar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki koruma Bölümü'nden Prof. Dr. Gülay TURHAN, CBS Fungal Biodiversity Centre (Hollanda)' dan Prof. Dr. Walter GAMS ve United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Systematic Botany and Mycology Laboratory, Beltsville (Amerika Birleşik Devletleri)' den Prof. Dr. Gary SAMUELS tarafından yapılmıştır.

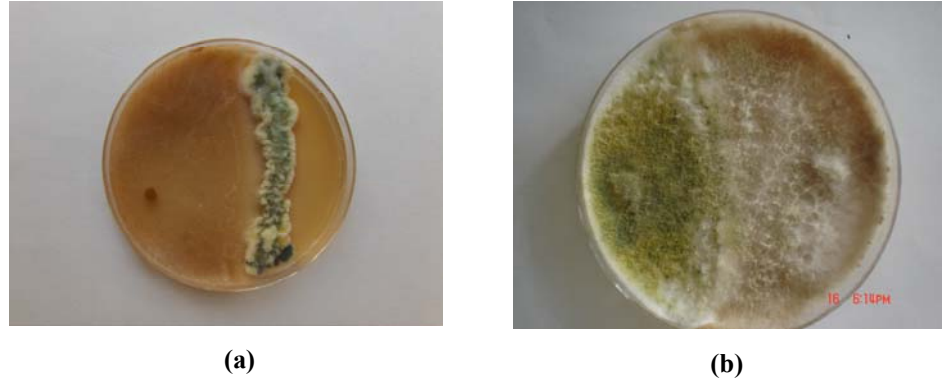
### 3.2.6 Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesine Yönelik In-Vitro Çalışmalar

Toprak örneklerinden izole edilen antagonistlerin, in-vitro da *R. solani*'ye karşı etkinliklerini belirleme çalışmaları iki aşamalı olarak yürütülmüştür.

Birinci aşamada, eldeki materyalin fazlalığı nedeniyle antagonist izolat sayılarını azaltmaya yönelik elemeler yapılmış; her bölgenin topraklarından elde edilen antagonistler önce kendi aralarında değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise, birinci aşamada her toprak örneğinden *R. solani*'ye en etkili görülüp seçilen antagonistik izolatlar aynı zaman diliminde birlikte denenmiştir. Bunun için *R. solani* ile

antagonistler PDA üzerinde karşılıklı geliştirilmiş; antibiosis için antagonist adayı izolat çizgi şeklinde, test patojeni nokta halinde; hiperparazitizm için ise hem test patojeni hem de antagonist adayı nokta şeklinde ekilmiştir. Ayrıca antibiosis denemelerinde, antagonist adayları ekildikten iki gün sonra test patojenin ekimi yapıldığı halde, mikoparazitizm gözlemlerinde ikilinin ekimi aynı gün yapılmıştır. Bütün denemelerde inkübatör sıcaklığı 22-24 °C de tutulmuştur.

Çalışma 4 tekerrürlü olarak yürütülmüş; ikili kültürlerin geliştiği her Petri kutusu bir tekerrür kabul edilmiştir. Şekil 3.6'da *R. solani* ile antagonistin çizgi (a) ve nokta (b) şeklinde ikili kültürler halinde gelişimi görülmektedir.



**Şekil 3.6** *R. solani* ile antagonistlerin PDA besiyeri üzerinde ikili kültürler halinde gelişimi

Değerlendirme zamanı olarak, antibiosis için *R. solani* kolonisinde gelişimin tamamen engellendiği dönem (Şekil 3.6a), mikoparazitlik için ise deneme süresince *R. solani*'yi tamamıyla kaplayan ilk antagoniste göre (Şekil 3.6b) yapılmıştır. Antibiyotik aktivite engelleme zonu genişliğine, mikoparazitik aktivite ise *R. solani* kolonisinin antagonist

tarafından kaplanma hızı ve yoğunluğu dikkate alınarak Turhan (1990)'ın önerdiği aşağıdaki skalaya göre yapıldı:

### **Antagonistik Aktivitenin Değerlendirilmesinde Kullanılan Skala**

(Turhan, 1990).

**ÇKA, ÇKH :** Çok güçlü antibiosis ya da mikoparazitizm: Engelleme zonu 10 mm den geniş, ya da antagonist patojen kolonisini bütünüyle örtmüş.

**KA, KH:** Güçlü antibiosis ya da mikoparazitizm: Engelleme zonu 7-10 mm, ya da antagonist patojen kolonisi üzerinde güçlü bir gelişme gösteriyor.

**A, H:** Orta derecede antibiosis veya orta derecede mikoparazitizm: Engelleme zonu 3-6 mm, ya da antagonistin patojen kolonisi üzerindeki gelişimi kolayca farkediliyor.

**ZA, ZH:** Zayıf antibiosis yada zayıf mikoparazitizm: Engelleme zonu 3 mm'den dar, antagonistin patojen kolonisi üzerinde oldukça zayıf geliştiği farkediliyor.

**L:** Eritici (lytic) etki

**O:** Görülebilir hiç bir etki yok.

### **3.2.7 Antagonistlerin Bazı ilaçlara Karşı In Vitro Duyarlılık Testleri**

In-vitro denemelere alınan antagonist funguslar Çizelge 3.2'de ve bu antagonist funguslara karşı etkisi testlenen fungusitler Çizelge 3.3'te belirtilmiştir.

**Çizelge 3.2** İn vitro çalışmalarda ilaçlara karşı duyarlılıkları testlenen fungal antagonistler ve test patojeni

İzolot No	Antagonistler ve Test Patojeni
LO 52	<i>T. harzianum</i> Rifai
TZ 14	<i>T. harzianum</i> Rifai
TZ 20	<i>T. asperellum</i> Samuels, Lieckf. & Nirenberg
ÖT 16	<i>T. hamatum</i> (Bonord.) Bainier
LO 43	<i>T. strigosum</i> Bissett
VG 47	<i>T. gamsii</i> Samuels & Druzhin.
BOZ 6	<i>T. atroviride</i> Bissett
TZ 17	<i>T. asperellum</i> Samuels, Lieckf. & Nirenberg
PT 12	<i>T. inhamatum</i> Veerkamp & W. Gams
KB 31	<i>T. virens</i> (J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster) Arx
A 15	<i>T. neokoningii</i> Samuels & Soberanis
BOZ 26	<i>T. croceum</i> Bissett
VG 66	<i>T. crassum</i> Bissett
KB 51	<i>T. spirale</i> Bissett
Rs-3	<i>R. solani</i> Kühn

**Çizelge 3.3** Denemelerde kullanılan fungusitlerin etkili maddeleri, formülasyonları ve kullanılan dozlar

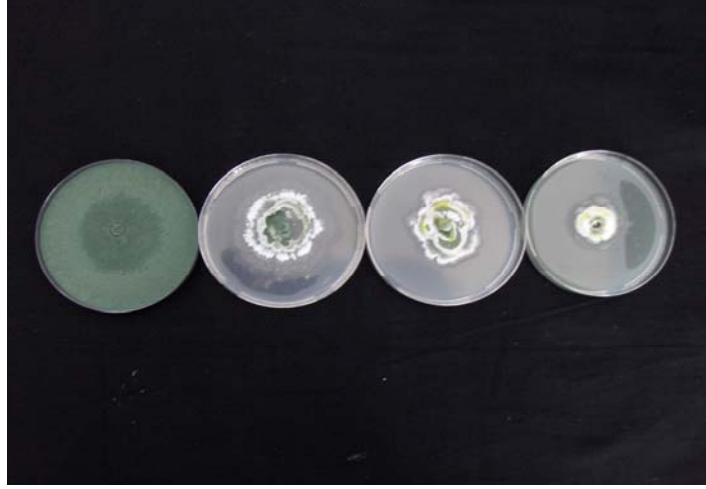
Preparat Adı	Etkili Madde	Etkili Madde Oran	Formülasyon	Firma	Doz
Rizolex	Tolclofos methyl	% 50	WP	Sumitomo	40 g/100 kg tohum
Celest Max	Fludioxonil	100 g/l	SC	Syngenta	20 ml/100 kg tohum
Rizolex-T	Tolclofos methyl+Thiram	% 20+30	WP	Sumitomo	40 g/100 kg tohum

Çizelge 3.3.deki ilaçların etkili madde oranları üzerinden 0, 10, 30 ve 100 ppm'lik preparat dozları esas alınmıştır. Stok solüsyon hazırlamada, Rizolex (Tolclofos methyl)'in 10 ppm'lik dozu için 20 mg/l, 30 ppm için 60 mg/l, 100 ppm için 200 mg/; Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram)'in 10 ppm'lik dozu için 20 mg/l, 30 ppm için 60 mg/l, 100 ppm için 200 mg/l; Celest Max (Fludioxonil)'in 10 ppm'lik dozu için 100 µl/l, 30 ppm için 300 µl/l, 100 ppm için 1000 µl/l dozlar hazırlanmış ve bu preparatların her biri % 95.5'lik etil alkolde çözdürülerek stok solüsyonlar hazırlanmıştır. Bu fungusidler mikropipet yardımıyla, otoklavda sterilize edilip 50-55 °C'ye kadar soğutulmuş PDA besiyerine ilave edilmiş ve fungusitli besin ortamları 85 mm çapında petri kaplarına eşit bir şekilde dağıtılmıştır. Bir gün sonra, aktif gelişme dönemindeki antagonistlerin (Çizelge 3.2) ve *R. solani* kolonilerinin kenarından alınan 5 mm çapındaki diskler, fungusitlerin doz serilerini içeren ve hiç fungusit içermeyen (Kontrol) Petrilere inokule edilmiş ve inkübatörde 25 ± 1 °C de gelişmeye bırakılmıştır.

Denemeler, her ilaç için birbirini takip eden dönemlerde ve aynı koşullarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Fungisitli ve fungusit içermeyen PDA'lı Petrilere gelişen antagonistlerin ve test patojeninin koloni çaplarının ölçümlerine, inkübatörde gelişmeye bırakıldıktan bir gün sonra başlanmış ve kontrol Petrilelerindeki koloniler kutuyu tamamen dolduruncaya kadar devam edilmiştir. Çalışmada her doz için tekerrürlerin ortalaması hesaplanmıştır. İzolatların ilaçlara karşı duyarlılıkları Abbott'a göre belirlenmiştir (Karman, 1971).

Şekil 3.7’de antagonistin kontrol Petrisini tamamen doldurduğu ve ölçümlerin tamamlandığı gün, diğer ilaç dozlarındaki gelişimi görülmektedir.



Şekil 3.7 Kontrolde koloni gelişiminin tamamlandığı gün fungusitli Petrilerde aynı izolatın gelişme durumu

### **3.2.8 Antagonistlerin ve Bazı İlaçların *R. solani*'ye Karşı Etkililiğinin Belirlenmesine Yönelik In-Vivo Çalışmalar**

Sera denemeleri arka arkaya iki kez ve farklı dönemlerde yapılmıştır.

#### **3.2.8.1 Birinci Sera Denemeleri**

Birinci sera denemelerinde, bazı antagonistlerin ve ilaçların *R. solani*'ye karşı etkililikleri ayrı ayrı belirlenmiştir. *R. solani*'ye in-vitro'da güçlü aktivite gösterdiği saptanan antagonistler arasından



Çizelge 3.4'te gösterilenler ile, patatesten *R. solani*'nin neden olduğu kökboğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına karşı ruhsatlı olan (Rizolex hariç) ve Çizelge 3.3'te verilen ticari kimyasal preparatlar prospektüsünde belirtildiğı şekliyle kullanılmıştır.

Birinci denemenin kurulum aşamaları aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir:

### **Saksı Toprağının Hazırlanması ve Dezenfeksiyonu**

Saksı toprağı 1/3 oranında bahçe toprağı, 1/3 oranında kum ve 1/3 oranında yanmış hayvan gübresi karıştırılarak hazırlanmıştır. Toprağın dezenfeksiyonu için metil bromid uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama, günlük hava sıcaklığının 20-30 °C olduğı dönemde yapılmıştır. Toprak 20 cm yüksekliğinde polietilen naylon üzerine serilerek hava geçirmeyecek şekilde kapatılmış ve m<sup>3</sup>'e 680 g gelecek şekilde metil bromid kullanılmıştır. Dört gün sonra toprağı saran polietilen naylon açılarak toprağın havalanması sağlanmış ve yaklaşık 21 gün sonra da toprak karıştırılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir.

### **Patojenin Stok İnokulumunun Hazırlanması**

Bunun için kepek kültürü yöntemi kullanılmıştır (Bkz: 3.2.1). Şekil 3.8'de şişe içindeki buğday kepeğı üzerinde geliştirilen patojen inokulumu (a) ve bu inokulumun saksı topraklarına uygulanması (b) görülmektedir.



(a)

(b)

**Şekil 3.8** *R. solani*' nin kepek ortamında gelişen stok inokulumu (a) ve bunun saksı topraklarına bulaştırılması (b)

### **Antagonist Süspansiyonlarının Hazırlanması**

Birinci sera denemelerinde kullanılan antagonistik *Trichoderma* izolatları PDA ortamında bir hafta geliştirildikten sonra üzerine su eklenip, spatula ile kazınarak tülbentten geçirilmiş ve böylece sporların besiyerden ayrılması sağlanmıştır. Yine yeterince steril su eklenerek süspansiyon hazırlanmış ve haematocytometre (kan sayma lamı) ile mikroskopta sayım yapılarak spor yoğunluğu  $1 \times 10^7/\text{ml}$ 'ye ayarlanmıştır. Çalışmada kullanılan ve yeterince spor oluşturmeyen *T. crassum* VG66 izolatu PDA da (85 mm çapında 8 petri) 22-24<sup>0</sup>C iki hafta geliştirildikten sonra, kültürler alınarak blender'e aktarılmış ve üzerine 250 ml su eklenerek karıştırılmıştır. Elde edilen süspansiyon tülbentten geçirildikten sonra steril su ilave edilerek bir litreye tamamlanmıştır. Şekil 3.9'de çalışmada kullanılmak üzere cam kaplarda hazırlanan antagonist süspansiyonlardan örnekler görülmektedir.



**Şekil 3.9** Cam kaplarda hazırlanmış antagonist süspansiyonları

Hazırlanan bütün süspansiyonlara, yapışma özelliğini güçlendirmek için % 0,05 oranında carboxymethyl cellulose ilave edilmiş yine sporların süspansiyonda eşit dağılımını sağlamak için litreye üç damla gelecek şekilde Tween 20 eklenmiştir. Son olarak süspansiyonlar Shaker’de 15 dk karıştırılarak homojen olmaları sağlanmıştır. Birinci sera denemelerinde kullanılan *Trichoderma* izolatları Çizelge 3.4’de görülmektedir.

Çizelge 3.4 Birinci sera denemelerinde kullanılan *Trichoderma* izolatları

İzolat No	Antagonist
TZ14	<i>T. harzianum</i> Rifai
LO 51	<i>T. harzianum</i> Rifai
LO 52	<i>T. harzianum</i> Rifai
A 11	<i>T. harzianum</i> Rifai
TZ 18	<i>T. harzianum</i> Rifai
BOZ 22	<i>T. harzianum</i> Rifai
BOZ 35	<i>T. harzianum</i> Rifai
KB 13	<i>T. spirale</i> Bissett
KB 51	<i>T. spirale</i> Bissett
BOZ 19	<i>T. spirale</i> Bissett
BOZ 30	<i>T. spirale</i> Bissett
VG 19	<i>T. gamsii</i> Samuels & Druzhin.
VG.47	<i>T. gamsii</i> Samuels & Druzhin.
TZ.17	<i>T. asperellum</i> Samuels, Lieckf. & Nirenberg
TZ.20	<i>T. asperellum</i> Samuels, Lieckf. & Nirenberg
KEB.12	<i>T. inhamatum</i> Veerkamp & W. Gams
PT.12	<i>T. inhamatum</i> Veerkamp & W. Gams
ÖT.16	<i>T. hamatum</i> (Bonord.) Bainier
LO.43	<i>T. strigosum</i> Bissett
VG.66	<i>T. crassum</i> Bissett

### Birinci Sera Denemelerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi

Antagonistlerin ve bazı ilaçların *R. solani*' ye karşı etkililiğinin belirlenmesi çalışmalarında Ege Bölgesi'nde yaygın olarak üretimi yapılan GRANOLA patates çeşidi kullanılmıştır. Hastalıkla bulaşık olmayan yumrular Ödemiş Tarım Kredi Kooperatifinden temin edilmiş, patojenin sklerotlarıyla bulaşık hastalıklı yumrular ise Ödemiş ve Bozdağ patates üretim alanlarında hasat döneminde hastalıklı tarlalardan toplanmıştır. Seçilen yumruların üzerindeki sklerotların, toplam yüzeyin % 5-10 oranında olmasına dikkat edilmiştir. Bütün yumrular 20-25 °C'lik karanlık ortamda bekletilerek filizlenmeleri sağlanmıştır. Yumrular saksılara dikilmeden önce steril su ile yıkanarak temizlenmiştir. Şekil 3.10'te birinci sera denemesinde kullanılan ve *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrular (a) ile hastalıklı olmayan, temiz yumrular (b) görülmektedir.



Şekil 3.10 Sera denemelerinde kullanılan bulaşık (a) ve temiz yumrular (b)

Temiz ve bulaşık yumrular Çizelge 3.4’de verilen antagonistik izolatların spor süspansiyonları içinde yaklaşık 60 dk bekletildikten sonra 20 l’lik, toprak dolu saksılara 3’er adet dikilmiştir. Şekil 3.11’de antagonist süspansiyonlarının içinde yumruların bekletilmesi (a) ve yumruların buradan alınıp saksılara dikilmesi (b) işlemleri görülmektedir.



(a)

(b)

**Şekil 3.11** Yumruların antagonist süspansiyonu içinde bekletilmesi (a) ve saksılara aktarılması (b)

Denemede kullanılan ilaçlar ise (Çizelge 3.3) ticari etiketlerinde belirtilen kullanım dozlarında su ile karıştırılarak püskürtmeli el pompasıyla yumrulara uygulanmıştır. Bunun için her karakterdeki toplam yumrular tartılıp ağırlığı bulunduğundan sonra bu ağırlığa düşen ilaç hesaplanmıştır. Yine ilaçların etiketlerinde belirtilen su miktarı da yumru ağırlıkları oranının da ayarlanmış ve iyice karıştırıldıktan sonra yumrulara uygulanmıştır. Şekil 3.12’de ilaçların püskürtmeli el pompasıyla yumrulara uygulanması görülmektedir.



Şekil 3.12 Yumrulara ilaç uygulaması

Saksı çalışmalarında hem hastalık bulaştırılmış toprak hem de temiz toprak kullanılmıştır. *R. solani*' nin sklerotlarıyla bulaşık yumrular antagonistle kaplanarak temiz toprakta; temiz yumrular antagonistlerle kaplanarak bulaşık toprakta denemeye alınmıştır. Yapay bulaştırmada kepek kültürü yöntemi kullanılarak, inokulum saksı toprağına 1:100 oranında yumru dikimleri yapılmadan bir gün önce bulaştırılmıştır.

Sera denemelerinde 20 litre toprak kapasiteli saksılar kullanılmıştır. her saksıya üç yumru gelecek şekilde dikim yapılmıştır. Denemelerde Pozitif kontrol (Bulaşık toprak + muamele görmemiş temiz yumru ile Temiz toprak + hastalıkla bulaşık yumru), negatif kontrol (Temiz toprak+Temiz yumru), 20 antagonist ile 3 ilaç olmak üzere 25 karakterli ve 3'er tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 05.01. 2007 tarihinde Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü serasında kurulmuştur. Denemelerde sulama ve bakım işlemleri periyodik

olarak yapılmış; Deneme yerinin sıcaklık ve nem değerleri Antest firmasına ait hobo isimli iklim kaydedicisi ile günlük olarak ölçülüp kayıt edilmiştir. Bunun için, saatte bir yapılan ölçümlerin günlük ortalama değerleri hesaplanmış ve bu değerler grafikler halinde verilmiştir (Ek Şekil 1-4). Şekil 3.13’de birinci sera denemesinin kurulduktan hemen sonra (a) ve bitki gelişim dönemindeki (b) görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.13 Birinci sera denemelerinin genel görüntüsü

Değerlendirme, bitkiler hasat olgunluğu dönemine girerken 18. 04.2007 tarihinde yapılmıştır. Yumru gözlerinden filizlenen bütün bitkiler göz önüne alınarak her saksıdaki bitkiler söküldü Kök ve kök boğazında oluşan lezyonlar göz önüne alınarak aşağıdaki 0-3 skalasına göre değerlendirildi:

**Kökboğazı Nekrozu Skalası** (Anonymous,1996)

- 0: Gövde kanseri yok
- 1: Toprak altı gövdenin en çok 1/3’ü zarar görmüş
- 2: Toprak altı gövdenin 1/3- 2/3’ü zarar görmüş
- 3: Toprak altı gövdenin 2/3’ den fazlası zarar görmüş



Şekil 3.14’de değerlendirme döneminde saksılardaki bitkilerin sökülmesi ve kökboğazında oluşan ve değerlendirmede göz önüne alınan hastalık belirtileri görülmektedir.



Şekil 3.14 Saksılardan sökülen bitkiler (a) ve kökboğazında oluşan belirtiler (b).

Sonuçlar skala değerleri üzerinden her tekerrürün hastalık şiddetini yüzde olarak Tawsend-Hauberger’e göre belirledikten sonra, ortalama değerleri bulunmuş ve her çalışmada pozitif kontrol değerleri kıyaslanarak uygulamaların % etkisi Abbott’a göre değerlendirilmiştir.

$$\text{Hastalık yüzdesi: } \frac{\text{Toplam (n x V)}}{Z \times N} \times 100$$

n: Değişik zarar gruplarına giren bitkinin kök- kökboğazı sayısı

V: Gruplara ayrılmış olan zarar dereceleri seviyeleri

N: Kontrole tabi tutulan kök-kökboğazı toplam sayısı

Z: En yüksek skala değeri

$$\text{Yüzde etki : } \frac{X - Y}{X} \times 100$$

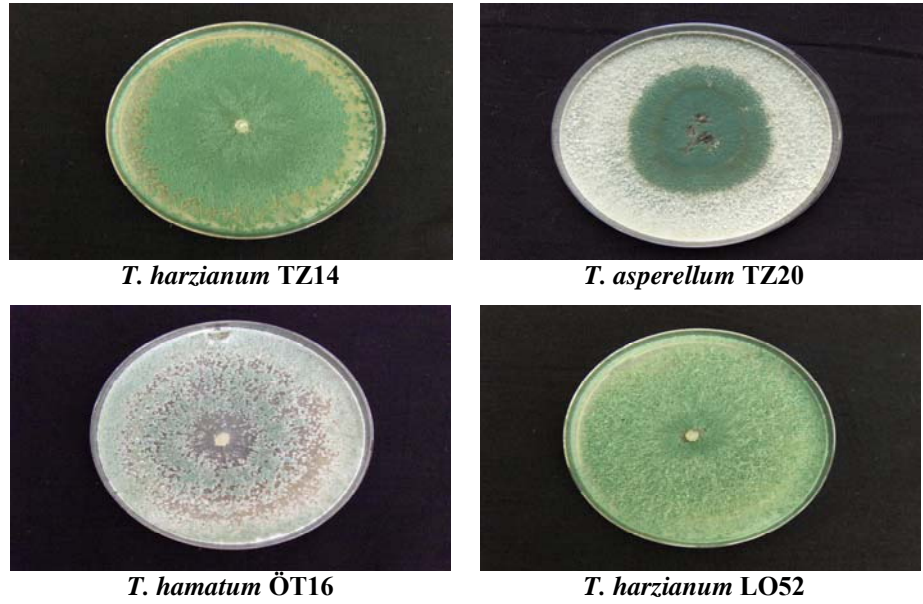
X: Pozitif kontrol parsellerinde ortalama hastalık şiddeti (%)

Y: Uygulama görmüş parsellerdeki ortalama hastalık şiddeti (%)

Denemelerin istatistiksel analizleri SAS İnstitute Inc. Tarafından geliştirilen “JMP 5.0.1a” istatistik programı ile yapılmıştır.

### **3.2.8.2 İkinci Sera Denemeleri**

İkinci sera denemelerinde, daha önceki in-vitro ve birinci in-vivo çalışmalarda etkili görünen antagonistlerden (Çizelge 3.4), *T. harzianum* TUZ14, *T. harzianum* LO52, *T. asperellum* TUZ20 ve *T. hamatum* ÖT16 ile Çizelge 3.3’de belirtilen ilaçlardan Rizolex-T (Tolclofos methyl + Thiram) ve Celest Max (Fludioxonil) kullanılmıştır. Bu antagonistlerin ve karşılaştırma ilaçlarının sera koşullarda tek başına veya ilaçların 1/4’ü dozu ile birlikte kullanılarak hastalığı önleyici etkisi araştırılmıştır. Şekil 3.15’te ikinci sera denemelerinde kullanılan antagonistler görülmektedir.



Şekil 3.15 İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistler

Denemenin kurulum aşamaları olan, saksı toprağının hazırlanması ve dezenfeksiyonu, patojenin stok inokulumunun hazırlanması ve uygulanması, antagonist suspansiyonlarının hazırlanması ile çalışmada kullanılan temiz ve hastalıklı yumruların seçilip filizlendirilmesi aşamaları birinci sera denemesinde uygulandığı şekilde yapılmıştır.

İkinci denemelerde kullanılan ilaçlar hem birinci denemelerde uygulandığı gibi ticari etiketlerinde belirtilen kullanım dozlarında tam (1/1) hem de çeyrek (1/4) dozlarda hesaplanıp su ile karıştırılmış; püskürtmeli el pompasıyla yumrulara uygulanmıştır. Antagonist ve ilaçların çeyrek (1/4) dozunun birlikte kullanılmasında, önce yumrular antagonist süspansiyonlarıyla kaplandıktan sonra püskürtmeli el pompasıyla yumrulara uygulanmıştır.

### **İkinci Sera Denemelerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi**

Saksılarda yine hem *R. solani* bulaştırılmış topraklar hem de temiz topraklar kullanılmıştır. Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrular antagonistlerle kaplanarak temiz toprakta; temiz yumrular antagonistlerle kaplanarak bulaşık toprakta denemeye alınmıştır. Toprağın *R. solani* ile yapay bulaştırılmasında, yine kepek kültüründe geliştirilmiş stok inokulum 1:100 oranında kullanılmış; bu işlem yumru dikimlerinden bir gün önce yapılmıştır.

Tüm sera denemelerinde 20 litre toprak kapasiteli saksılar kullanılmış ve her saksıya üç yumru dikilmiştir. Denemelerde kullanılan 18 karakter şöyle belirlenmiştir:

- Pozitif kontrol (bulaşık toprak + muamele görmemiş temiz yumru ile temiz toprak + hastalıkla bulaşık yumru),
- Negatif kontrol (temiz toprak + temiz yumru),
- Dört antagonist tek başına,
- Dört antagonist Celest-max ve Rizolex-T ilaçların (1/4) dozu ile birlikte,
- İlaçların tam (1/1) ve çeyrek (1/4) dozları tek başına.

Denemeler 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 17.09. 2007 tarihinde Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü serasında kurulmuştur. Denemelerde sulama ve bakım işlemleri periyodik olarak yapılmış; deneme yerinin sıcaklık ve nem değerleri ölçülüp kaydedilmiştir (Ek Şekil 5-8). Şekil 3.16'da İkinci sera denemesinin farklı dönemlerdeki görüntüleri verilmiştir.



**Şekil 3.16** İkinci sera denemesinin genel görüntüsü

Değerlendirme, bitkiler hasat olgunluğu dönemine girerken 20.12.2007 tarihinde yapılmıştır. Yumru gözlerinden filizlenen bütün

bitkiler göz önüne alınarak her saksıdaki bitkiler sökülüştür. Kök ve kökboğazında oluşan lezyonlar dikkate alınarak birinci sera denemesinin değerlendirme kısmında belirtilen kök boğazı nekrozu 0-3 skalasına göre değerlendirilmiştir. *R. solani*' nin sklerotlarıyla bulaşık yumruların kullanıldığı denemelerde, pozitif kontroldeki yumrulara yeterli oranda sklerot oluşumu meydana geldiği için, yumrular aşağıdaki siyah siğil hastalığı skalasına göre de değerlendirilmiştir (Anonymous,1996):

**Siyah siğil hastalığı skalası (Anonymous, 1996)**

- 0:** % 0 sklerot bulaşıklığı
- 1:** % 5'e kadar sklerot bulaşıklığı
- 2:** % 10' a kadar sklerot bulaşıklığı
- 3:** % 10'dan fazla sklerot bulaşıklığı

Sonuçlar skala değerleri üzerinden hastalık şiddeti Tawsend-Hauberger'e göre belirlendikten sonra, pozitif kontrol değerleri ile kıyaslanarak uygulamaların % etkisi Abbott'a göre değerlendirilmiştir. Denemelerin istatistiksel analizleri birinci sera denemesinde olduğu gibi, SAS İnstitute Inc. tarafından geliştirilen "JMP 5.0.1a" istatistik programı ile yapılmıştır.

## 4. SONUÇLAR

### 4.1 *R. solani* İzolatlarıyla Patojenisite Testleri

İzmir bölgesi patates ekim alanlarında, hastalıklı bitkilerin kök ve kök boğazlarından 30 adet *R. solani* izolatı izole edilmiştir. Bu izolatlardan 15 tanesi iklim odasında 22-25 °C de patojenite testlerine alınmış ve bitkiler hasat olgunluğu dönemine girerken sökölüp 0-3 skalasına göre değerlendirilmiştir. Virulensi en yüksek görülenler arasında **Rs-3** olarak isimlendirilen izolat, daha sonraki denemelerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Çizelge 4.1’de patojenisite testlerine alınan izolatlar, alındığı bölgeler ve 0-3 skalasına göre hastalık değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.1** Patojenisite testlerine alınan *R. solani* izolatları ve skala değerleri

İzolat No	Alındığı Yer	Skala Değeri
Rs- 3.1	Ödemiş (Şirinli Köyü)	3
Rs-4.3	Ödemiş (Seki Köyü)	3
Rs-2	Bozdağı (Merkez)	3
Rs 1.2	Ödemiş (Doyuranlı Köyü)	3
Rs-3.2	Ödemiş (Şirinli Köyü)	3
Rs-4.3	Ödemiş (Seki Köyü)	3
Rs-7.2	Ödemiş (Seki Köyü)	1
Rs-6.1	Ödemiş (Seki Köyü)	2
Rs-3.3	Ödemiş (Şirinli Köyü)	3
Rs-6	Ödemiş (Merkez)	3
Rs-5.2	Ödemiş (Merkez)	2
Rs-5	Ödemiş (Merkez)	1
Rs-5.1	Ödemiş (Merkez)	2
<b>Rs-3</b>	<b>Ödemiş (Merkez)</b>	<b>3</b>
Rs-3.4	Ödemiş (Merkez)	1

Rs-3 nolu izolatin anastomosis grubu, Atatürk Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Bitki koruma Bölümünden Prof. Dr. Erkol Demirci tarafından AG-4 olarak belirlenmiştir.

#### **4.2 İzole Edilen *R. solani* Antagonistleri**

Çalışmada, 3.1.1 bölümünde özellikleri belirtilen topraklardan çok sayıda ve değişik fungal izolat elde edilmiştir. Bu funguslar PDA besiyerinde patojen ile birlikte ikili kültürler halinde karşılıklı olarak ekilmiş; Patojenin üzerinde gelişme gösteren veya gelişimini engelleyen funguslar antagonist adayları olarak ayrılmıştır. Bu antagonist adayları 1/10 oranında seyreltilmiş PDA ortamında yine patojenle karşılıklı olarak ekilmiş; mikroskopik incelemede patojen hiflerini saran ve penetre edenler mikoparazitik etkili olarak değerlendirilmiş ve *R. solani*'nin antagonisti olarak, çalışmalarda kullanılmak üzere ayrılmıştır. Bu özellikte olmayan funguslar ise elemine edilmiştir. Böylece çalışılan topraklardan antagonistik özellik gösteren toplam 320 izolat elde edilmiştir. Her bölge toprağından elde edilen antagonistler kendi içinde makroskopik ve mikroskopik olarak incelenip gruplandırılmış; daha sonra genus düzeyinde tanımları yapılmıştır. Çizelge 4.2'de toprak örneklerinden izole edilen *R. solani* antagonistleri ve bunların sayısal değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.2** Toprak örneklerinden izole edilen antagonistler ve bunların sayısal değerlendirmesi

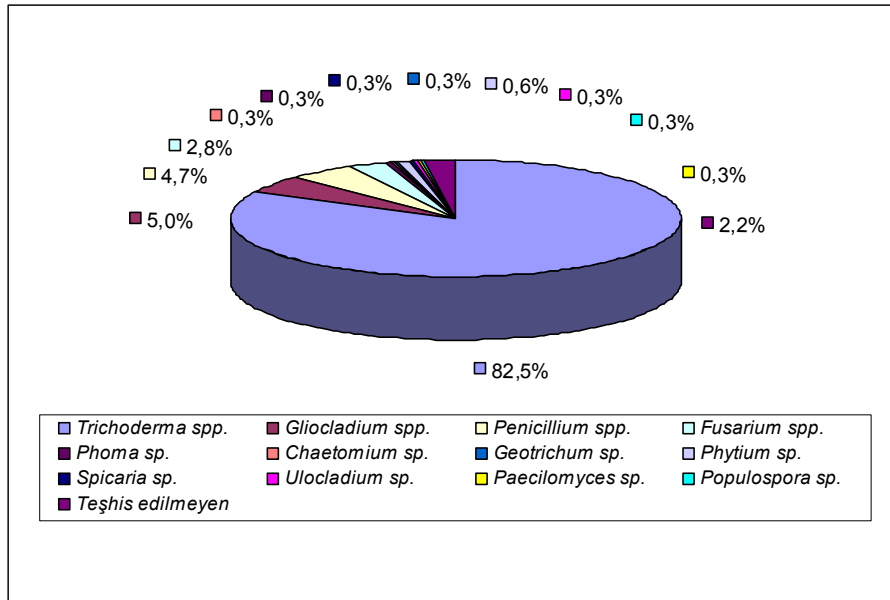
Antagonistik İzolatlar	Antagonist İzolasyonunda Kullanılan Toprak Örnekleri									Toplam
	*VG	PT	TZ	LO	KEB	KB	A	ÖT	BOZ	
<i>Trichoderma spp.</i>	59	14	15	38	18	48	18	21	33	264
<i>Gliocladium spp.</i>	2		5	5		2			2	16
<i>Penicillium spp.</i>	3		1	6	2		3			15
<i>Fusarium spp.</i>			2	2	3	2				9
<i>Phoma sp.</i>	1									1
<i>Chaetomium sp.</i>	1									1
<i>Geotrichum sp.</i>	1									1
<i>Phytium sp.</i>			2							2
<i>Spicaria sp.</i>			1							1
<i>Ulocladium sp.</i>		1								1
<i>Paecilomyces sp.</i>					1					1
<i>Populaspora sp.</i>								1		1
Teşhis edilmeyen	5				2					7
Toplam	72	15	26	51	26	52	21	22	35	320

\*Simgelerin anlamı Çizelge 3.1' de açıklanmıştır.

Farklı toprak örneklerinden toplam 320 izolat elde edilmiştir. Bunların 72 adedi Van Gölü çevresi topraklarından, 52 adedi Diyarbakır-Şanlıurfa illeri arasında bulunan volkanik Karacadağ bölgesi topraklarından ve 51 adedi Fethiye-Marmaris arasında yer alan günlük ormanların topraklarından izole edilmiştir. Van Gölü çevresinden alınan örneklerden, başta *Trichoderma*'lar olmak üzere, tanımlanamayanlar hariç 6 değişik genustan antagonistler elde edilmiştir. Tuz Gölü çevresi



topraklarından elde edilen toplam 26 antagonistik izolat 6 farklı genusa aittir. İncelemeye alınan 9 farklı bölgenin toprak örneklerinden izole edilen antagonistlerin -tanımı yapılamayanlar hariç-12 farklı genustan oldukları belirlenmiş; bu izolatlardan % 82.5'inin *Trichoderma*, % 5.0'inin *Gliocladium*, % 4.6'sının *Penicillium*, % 2.8'inin *Fusarium* ve % 5.0'nin de diğer genuslara ait oldukları anlaşılmıştır (Çizelge 4.2, Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Antagonistik izolatların ait oldukları genusların oranı

Tür düzeyindeki tanımlarda *Gliocladium* türünün *G. roseum* Bainier; *Fusarium* türlerinin *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. ve *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc.; *Pythium* türünün ise *Pythium oligandrum* Drechsler olduğu saptanmış; en fazla izolatu elde edilen antagonist genus olan *Trichoderma*'nın 14 farklı türü tanımlanmıştır (Çizelge 4.3).

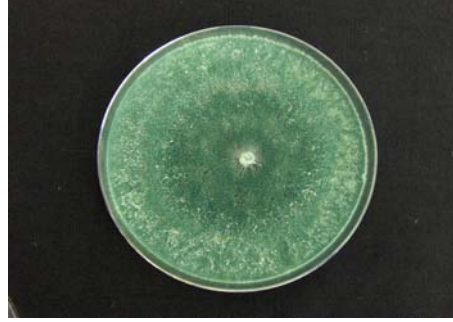
**Çizelge 4.3** İzole edilen *Trichoderma* türleri

Sıra No	<i>Trichoderma</i> Türleri
1	<i>T. asperellum</i> Samuels, Lieckf.& Nirenberg.
2	<i>T. atroviride</i> Bissett.
3	<i>T. crassum</i> Bissett.
4	<i>T. croceum</i> Bissett.
5	<i>T. gamsii</i> Samuels & Druzhin.
6	<i>T. hamatum</i> (Bonard.) Bainer.
7	<i>T. harzianum</i> Rifai.
8	<i>T. inhamatum</i> Veerkamp & W. Gams.
9	<i>T. neokoningii</i> Samuels & Soberanis.
10	<i>T. spirale</i> Bissett.
11	<i>T. strigosum</i> Bissett.
12	<i>T. tomentosum</i> Bissett.
13	<i>T. virens</i> ( <i>G. virens</i> ) J.H., Mill., Giddens & A.A Foster.
14	<i>T. viride</i> Pers.

*Trichoderma* türlerinin ve *G. roseum*'un PDA' da gelişmiş koloni görüntüleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



*T. harzianum* LO52



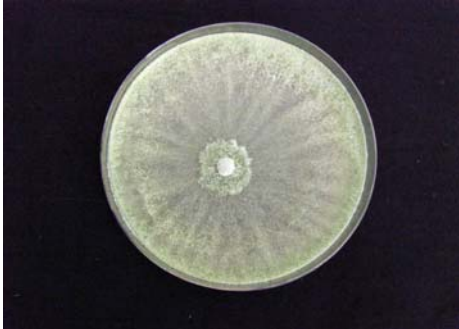
*T. asperellum* TZ17



*T. inhamatum* PT12



*T. virens* KB31



*T. neokoningii* A15



*T. croceum* BOZ26

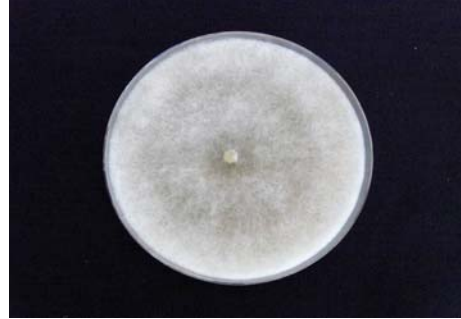
Şekil 4.2 İzole edilen *Trichoderma* türlerinin ve *Gliocladium roseum*'un PDA' da gelişmiş kolonileri.



*T. spirale* KB51



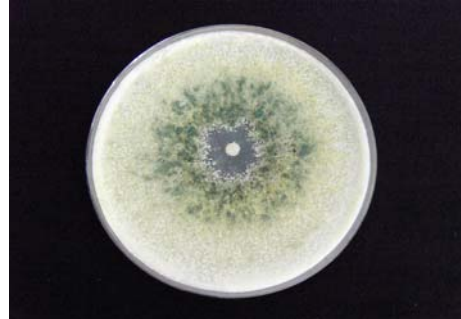
*T. hamatum* ÖT16



*T. crassum* VG66



*T. atroviride* BOZ6

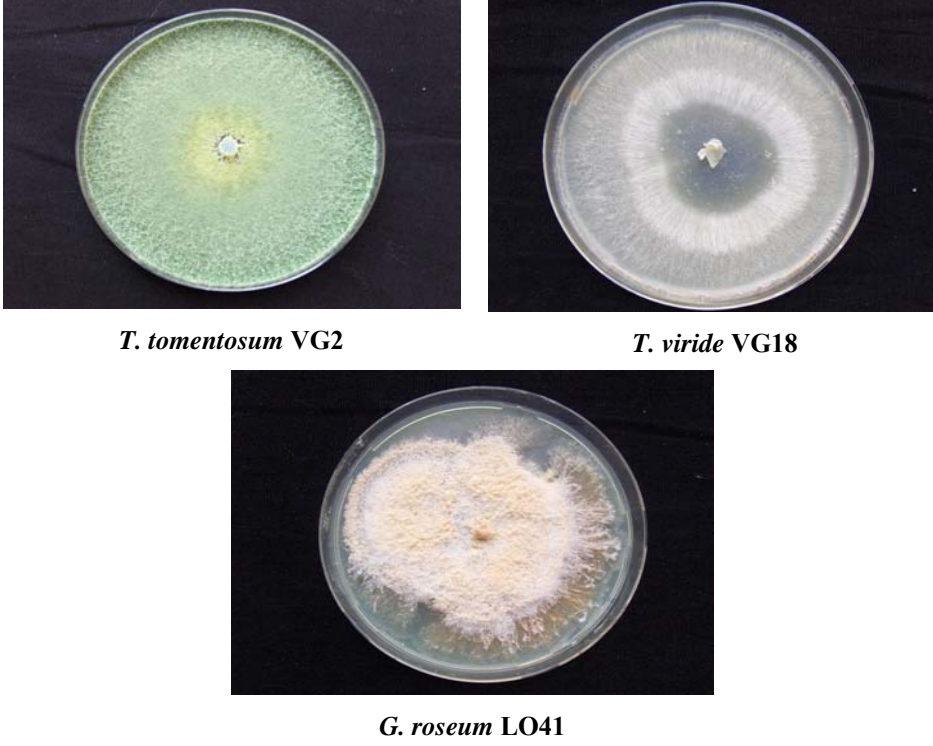


*T. gamsii* VG47



*T. strigosum* LO43

Şekil 4.2 İzole edilen *Trichoderma* türlerinin ve *Gliocladium roseum*'un PDA' da gelişmiş kolonileri (devamı)



Şekil 4.2 İzole edilen *Trichoderma* türlerinin ve *Gliocladium roseum*'un PDA' da gelişmiş kolonileri (devamı)

### 4.3 Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesine Yönelik In-Vitro Çalışmalar

Antagonistlerin in-vitroda *R. solani*'ye karşı etkilerini belirleme çalışmalarına, farklı örnekleme yerlerinden alınmış topraklardan elde edilen antagonistlerin kendi içinde makroskopik ve mikroskopik olarak değerlendirilmesiyle başlanmıştır. Daha sonra, güçlü etkili görünenler arasından ayrıca farklı türlerden olduğu belirlenen 120 izolat (Çizelge 4.4) denemeye alınmıştır. İzolatların seçiminde, farklı toprak örneklerini

temsil etmelerine, farklı türleri kapsamalarına ve ön çalışmalarda belli oranda etkili olmalarına özen gösterilmiştir.

Antibiyotik üreterek patojeni engelleme özelliğine sahip *Penicillium* spp. izolatları PDA ‘ ya çizgi halinde, hem hiperparazit hem de antibiyotik özelliğe sahip olan diğer antagonistler ise nokta halinde, *R. solani* ile karşılıklı olarak ekilmiştir. Değerlendirme, hiperparazitin *R. solani* kolonisini kaplama süreci ya da patojenin koloni gelişiminin engellenme derecesine göre yapılmıştır.

**Çizelge 4.4** In-vitroda antagonistlerin *R. solani*’ye karşı etkileri.

Sıra No	Antagonist	Skala Değeri (Turhan, 1990)			
		1.Tek	2.Tek	3.Tek	4.Tek
1	<i>T. harzianum</i> * LO4	**KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
2	<i>T. strigosum</i> LO8	H+A	H+A	H+A	H+A
3	<i>T. neokoningii</i> LO10	KH	KH	KH	KH
4	<i>T. strigosum</i> LO12	KH+A	H+A	KH+A	H+A
5	<i>T. neokoningii</i> LO15	KH	KH	KH	KH
6	<i>T. neokoningii</i> LO17	ÇKH	KH	KH	KH
7	<i>T. inhamatum</i> LO24	KH	KH	KH	KH
8	<i>T. neokoningii</i> LO25	H+A	H+A	H+A	H+A
9	<i>Penicilium sp.</i> LO34	ÇKA	KA	ÇKA	ÇKA
10	<i>Penicilium sp.</i> LO38	KA	KA	KA	KA
11	<i>G. roseum</i> LO41	ZH	ZH	ZH	ZH
12	<i>T. strigosum</i> LO43	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
13	<i>Fusarium solani</i> LO47	ZH	ZH	ZH	ZH
14	<i>T. harzianum</i> LO49	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
15	<i>T. harzianum</i> LO50	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
16	<i>T. harzianum</i> LO51	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
17	<i>T. harzianum</i> LO52	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
18	(Teşhis edilemedi) A.9	H	H	H	H
19	<i>T. harzianum</i> A11	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
20	<i>T. harzianum</i> A12	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
21	<i>T. neokoningii</i> A15	KH	KH	KH	KH
22	(Teşhis edilemedi) VG1	ZH	ZH	ZH	ZH
23	<i>T. tomentosum</i> VG2	H	H	KH	H

Çizelge 4.4 In-vitroda antagonistlerin *R. solani*'ye karşı etkileri (devamı)

Sıra No	Antagonist	Skala Değeri (Turhan, 1990)			
		1.Tek	2.Tek	3.Tek	4.Tek
24	<i>T. atroviride</i> VG3	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
25	<i>T. gamsii</i> VG7	H	H	KH	H
26	(Teşhis edilemedi)VG9	KH	KH	KH	KH
27	<i>T. viride</i> VG18	ÇKH	KH	KH	KH
28	<i>T. gamsii</i> VG19	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
29	<i>T. inhamatum</i> VG23	H+A	H+A	H+A	H+A
30	<i>T. inhamatum</i> VG30	H+A	H+A	H+A	H+A
31	<i>T. virens</i> VG41	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
32	<i>T. inhamatum</i> VG43	H+A	H+A	H+A	H+A
33	<i>T. inhamatum</i> VG45	H+A	H+A	H+A	H+A
34	<i>T. gamsii</i> VG47	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
35	<i>T. asperellum</i> VG48	KH	KH	KH	KH
36	<i>Penicillium sp.</i> VG53	ÇKA	ÇKA	ÇKA	ÇKA
37	<i>T. harzianum</i> VG57	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
38	<i>T. harzianum</i> VG58	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
39	<i>T. virens</i> VG62	KH	KH	KH	KH
40	<i>Geotrichum sp.</i> VG64	H	H	H	H
41	<i>T. crassum</i> VG66	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
42	<i>Phoma sp.</i> VG68	ZH	ZH	ZH	ZH
43	<i>Chaetomium sp.</i> VG72	ZH	ZH	ZH	ZH
44	<i>T. inhamatum</i> KB1	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
45	<i>T. virens</i> KB3	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
46	<i>T. virens</i> KB8	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
47	<i>F. culmorum</i> KB9	ZH	ZH	ZH	ZH
48	<i>T. spirale</i> KB13	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
49	<i>T. virens</i> KB16	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
50	<i>T. virens</i> KB17	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
51	<i>T. virens</i> KB18	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
52	<i>T. inhamatum</i> KB22	H+A	H+A	H+A	H+A
53	<i>T. virens</i> KB23	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
54	<i>T. virens</i> KB26	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
55	<i>T. virens</i> KB31	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
56	<i>T. virens</i> KB34	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
57	<i>T. inhamatum</i> KB39	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A

Çizelge 4.4 In-vitroda antagonistlerin *R. solani*'ye karşı etkileri (devamı)

Sıra No	Antagonist	Skala Değeri (Turhan, 1990)			
		1.Tek	2.Tek	3.Tek	4.Tek
58	<i>T. inhamatum</i> KB40	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
59	<i>T. spirale</i> KB51	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
60	<i>Pythium oligandrium</i> TZ2	H	H	H	H
61	<i>T. harzianum</i> TZ10	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
62	<i>T. harzianum</i> TZ11	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
63	<i>T. harzianum</i> TZ12	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
64	<i>T. harzianum</i> TZ13	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
65	<i>T. harzianum</i> TZ14	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
66	<i>T. harzianum</i> TZ15	KH	KH	KH	KH
67	<i>T. harzianum</i> TZ16	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
68	<i>T. asperellum</i> TZ17	ÇKH+A	ÇKH+A	ÇKH+A	ÇKH+A
69	<i>T. harzianum</i> TZ18	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
70	<i>T. asperellum</i> TZ20	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
71	<i>T. crassum</i> TZ21	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
72	<i>Spicaria sp.</i> TZ23	ZH	ZH	ZH	ZH
73	<i>Penicillium sp.</i> TZ24	KA	KA	KA	KA
74	<i>Gliocladium roseum</i> TZ25	ZH	ZH	ZH	ZH
75	(Teşhis edilemedi) KEB5	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
76	<i>T. harzianum</i> KEB6	ÇKH+A	KH+A	KH+A	KH+A
77	<i>T. harzianum</i> KEB10	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
78	<i>T. inhamatum</i> KEB 11	ÇKH+A	KH+A	ÇKH+A	KH+A
79	<i>T. inhamatum</i> KEB12	ÇKH+A	ÇKH+A	ÇKH+A	ÇKH+A
80	<i>T. vires</i> KEB.13	KH	H	KH	H
81	<i>T. harzianum</i> KEB14	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
82	<i>T. vires</i> KEB16	KH	KH	KH	KH
83	<i>T. atroviride</i> KEB17	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
84	<i>Penicillium sp.</i> KEB24	KA	KA	KA	KA
85	<i>Penicillium sp.</i> KEB25	KA	KA	KA	KA
86	<i>Paecilomyces sp.</i> KEB26	ZH	ZH	ZH	ZH
87	<i>T. spirale</i> BOZ2	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
88	<i>T. spirale</i> BOZ4	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
89	<i>T. atroviride</i> BOZ6	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
90	<i>T. vires</i> BOZ10	ÇKH	KH	ÇKH	KH
91	<i>T. vires</i> BOZ11	KH	KH	KH	KH



Çizelge 4.4 In-vitroda antagonistlerin *R. solani*'ye karşı etkileri (devamı)

Sıra No	Antagonist	Skala Değeri (Turhan, 1990)			
		1.Tek	2.Tek	3.Tek	4.Tek
92	<i>T. harzianum</i> BOZ15	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
93	<i>T. spirale</i> BOZ16	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
94	<i>T. spirale</i> BOZ19	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
95	<i>T. harzianum</i> BOZ20	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
96	<i>T. harzianum</i> BOZ22	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
97	<i>T. croceum</i> BOZ25	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
98	<i>T. croceum</i> BOZ26	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
99	<i>T. harzianum</i> BOZ27	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
100	(Teşhis edilemedi)BOZ28	H	H	H	H
101	<i>T. spirale</i> BOZ29	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
102	<i>T. spirale</i> BOZ30	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
103	<i>T. harzianum</i> BOZ33	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
104	<i>T. harzianum</i> BOZ35	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
105	<i>T. inhamatum</i> PT2	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
106	<i>T. neokoningii</i> PT6	KH	KH	KH	KH
107	<i>T. inhamatum</i> PT8	KH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
108	<i>T. inhamatum</i> PT10	KH	KH	KH	KH
109	<i>Ulocladium sp.</i> PT11	ZH	ZH	ZH	ZH
110	<i>T. inhamatum</i> PT12	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
111	<i>T. asperellum</i> ÖT1	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
112	<i>T. asperellum</i> ÖT2	KH+A	KH+A	KH+A	KH+A
113	<i>T. asperellum</i> ÖT9	ÇKH+A	ÇKH+A	ÇKH+A	ÇKH+A
114	<i>T. asperellum</i> ÖT10	ÇKH+A	KH+A	ÇKH+A	KH+A
115	(Teşhis edilemedi)ÖT12	KH	KH	KH	KH
116	<i>T. hamatum</i> ÖT16	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
117	<i>T. virens</i> ÖT17	KH	KH	KH	KH
118	<i>T. harzianum</i> ÖT18	ÇKH	ÇKH	ÇKH	ÇKH
119	<i>T. virens</i> ÖT19	KH	H	KH	H
120	<i>Populospora sp.</i> ÖT21	H	H	H	H

\*Simgelerin anlamı Çizelge 3.1' de açıklanmıştır.

\*\* Simgelerin anlamı 3.2.6 bölümünde açıklanmıştır.

Çizelge 4.4'ü incelediğimizde, denemeye alınan antagonistlerden *Penicillium* spp.'lerin antibiyotik üretimi sonucu engelleme zonu oluşturduğu ve genellikle kuvetli ve çok kuvetli antagonist (KA ve ÇKA) özelliği göstererek patojenin gelişimini engellediği belirlenmiştir. Şekil 4.3'de izole edilen *Penicillium* spp. izolatlarından LO34 ve VG53'ün patojeni engellemesi görülmektedir.



*Penicillium* sp. LO34



*Penicillium* sp. VG53

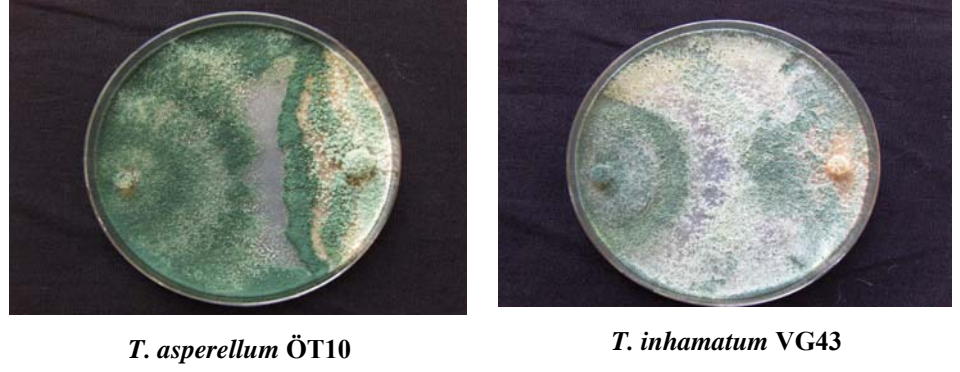
**Şekil 4.3** *R. solani* ile ikili kültürler halinde gelişen *Penicillium* spp. izolatlarının oluşturduğu engelleme

Diğer antagonistlerin ise *Trichoderma*'lar başta olmak üzere hiperparazitik özellik gösterdiği ve patojen kolonisi üzerinde gelişerek engellediği belirlenmiş; bir çok antagonist izolatının aynı zaman diliminde patojeni tamamıyla kapladığı ve çok güçlü hiperparazitik (ÇKH) özellik gösterdiği anlaşılmıştır. Ancak hiperparazitik etki yanında bazı *Trichoderma* izolatlarının patojen kolonisi üzerini kaplayarak geliştiği, aynı zamanda antibiyotik etki nedeniyle koloni gelişimini engellediği gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). Bu *Trichoderma*'ların *T. inhamatum* başta olmak üzere *T. harzianum*, *T. strigosum*, *T. neokoningii*, ve *T. asperellum*'un bazı izolatları olduğu belirlenmiştir.

Bazı *Trichoderma* izolatları çok kuvetli hiperparazit (ÇKH) veya güçlü hiperparazit (KH) özelliği gösterirken, bazı izolatlar da sadece orta derecede hiperparazitik (H) özellik göstererek daha az etkili olmuşlardır. farklı bölge topraklarından izole edilmiş 26 adet *T. harzianum* izolatının 22 adeti ÇKH özelliği göstermiştir. Yine 18 adet *T. virens* (= *G. virens*) izolatu içinde 11 adedi de çok güçlü hiperparazit özellik göstermiştir. Bu *T. virens* izolatlarının çoğunluğu Karacadağ bölgesi topraklarından elde edilmiştir. *T. neokoningii* izolatları güçlü hiperparazit (KH), *T. inhamatum* izolatları ise zayıf hiperparazit (ZH) dışında hemen bütün skala değerlerinde etkili olmuştur. *T. inhamatum* ve *T. asperellum* izolatları, aynı zamanda diğer türlere ait izolatlara göre en fazla antibiyotik üreten izolatlar olarak dikkati çekmiştir. *T. atroviride*'nin 3 izolatu ÇKH değerini; *T. tomentosum*'un tek izolatu H değerini; *T. gamsii*'nin 3 izolatının ikisi ÇKH ve biri H değerini; *T. asperellum*'un 8 izolatının 4'ünün ÇKH değerini; *T. crassum*'un 2 izolatu da ÇKH değerini; *T. spirale*'nin 8 izolatının çok güçlü antagonist (ÇKH) değerini; *T. croceum*'un bozdağı bölgesi topraklarından izole edilen 2 izolatının ÇKH değerini ve çalışmada yer alan *T. viride*'nin tek izolatu VG.18'in KH değerini aldığı belirlenmiştir.

*Gliocladium roseum* izolatları ve diğer bazı izolatlar (*Fusarium solani*, *F. culmorum*, *Geotrichum sp.*, *Phoma sp.*, *Chaetomium sp.*, *Pythium oligandrum*, *Spicaria sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Ulocladium sp.*, *Papulaspora sp.*) ise patojen üzerinde H ve ZH değerinde parazitizm göstermişlerdir. *G.roseum* izolatlarının patojen kolonisi üzerindeki gelişim hızı oldukça az ve zayıf görünümlü olmasına karşın, mikroskopik

incelemelerde patojen hiflerini sarmalamada ve penetrasyonda çok güçlü ve agresif olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.4** *T.asperellum*ÖT10 ve *T. inhamatum*VG43' un patojen üzerindeki hiperparazitik ve antibiyotik etkisi.

Şekil 4.5'te In-vitroda ikili kültürlerde *R. solani*' ye karşı çok güçlü hiperparazit (ÇKH) etkisi gösteren antagonistlerden bazılarının patojen kolonisi üzerinde gelişmesi ve mikroskopta patojen hiflerini sarmalaması görülmektedir.



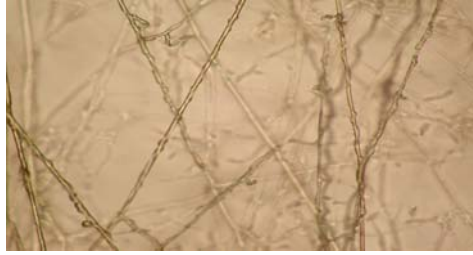
(a) *T. harzianum* LO52



(b) *T. harzianum* LO52



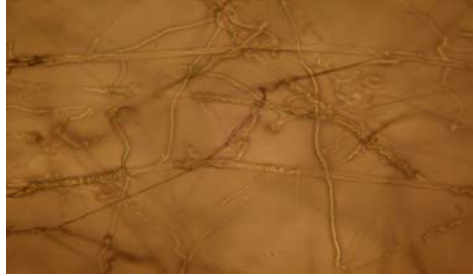
(a) *T. harzianum* TUZ14



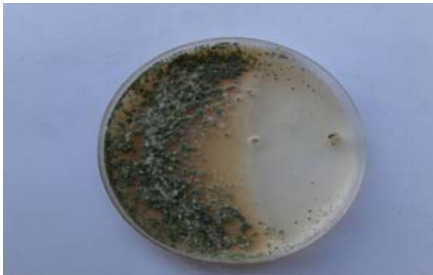
(b) *T. harzianum* TUZ14



(a) *T. asperellum* TUZ20



(b) *T. asperellum* TUZ20



(a) *T. hamatum* ÖT16



(b) *T. hamatum* ÖT16

Şekil 4.5 Bazı antagonistlerin patojen kolonisi üzerinde gelişmesi (a) ve mikroskopta patojen hiflerini sarmalaması (b)

#### 4.4 Antagonistlerin Bazı İlaçlara Karşı In-Vitro Duyarlılık Testleri

In-vitroda antagonistlerin ilaçlara karşı duyarlılık testleri için, Çizelge 3.2’de belirtilen fungal antagonistler ve *R. solani* ile Rizolex (Tolclofos methyl, % 50), Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram, % 20+30) ve Celest-max (Fludioxonil, 100 g/l) kimyasal ilaçlarının etkili madde oranları üzerinden 0, 10, 30 ve 100 ppm’lik dozlarıyla denemeler kurulmuştur. Çizelge 4. 5’de antagonistler ve test patojeninin Rizolex’ in 0, 10, 30 ve 100 ppm’lik dozlarında gelişen günlük ortalama koloni çapları ve % etkilenme durumları verilmektedir.

**Çizelge 4.5** Antagonistlerin ve *R. solani*’ nin Rizolex’ e karşı duyarlılıkları.

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T.harzianum</i> LO52	1.Gün	25,50	7,25	71,57	7,25	71,57	0,00	100,00
	2.Gün	70,50	18,25	74,11	18,75	73,40	5,00	92,91
	3.Gün	85,00	30,25	64,41	26,75	68,53	10,25	87,94
<i>T.harzianum</i> TZ14	1.Gün	23,50	8,00	65,96	7,00	70,21	0,00	100,00
	2.Gün	70,75	23,25	67,14	19,75	72,08	5,75	91,87
	3.Gün	85,00	36,25	57,35	30,25	64,41	14,00	83,53
<i>T.asperellum</i> TZ20	1.Gün	27,00	8,00	70,37	6,00	77,78	5,00	81,48
	2.Gün	70,00	25,75	63,21	18,50	73,57	6,75	90,36
	3.Gün	85,00	39,50	53,53	31,75	62,65	15,25	82,06
<i>T.hamatum</i> ÖT16	1.Gün	17,75	7,50	57,75	7,50	57,75	0,00	100,00
	2.Gün	56,50	15,00	73,45	13,25	76,55	5,25	90,71
	3.Gün	81,25	23,75	70,77	20,00	75,38	10,25	87,38
	4.Gün	85,00	33,50	60,58	30,25	64,41	16,00	81,17

**Çizelge 4.5** Antagonistlerin ve *R. solani*'nin Rizolex' e karşı duyarlılıkları (devamı)

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T.strigosum</i> LO43	1.Gün	29,50	8,25	72,03	8,50	71,19	0,00	100,00
	2.Gün	74,00	14,25	80,74	16,75	77,36	5,50	92,57
	3.Gün	83,25	28,75	65,47	24,75	70,27	13,00	84,38
	4.Gün	85,00	50,50	40,59	42,75	49,71	23,25	72,65
<i>T.gamsii</i> VG47	1.Gün	23,00	7,00	69,57	7,00	69,57	0,00	100,00
	2.Gün	68,50	11,75	82,85	10,25	85,04	5,00	92,70
	3.Gün	85,00	19,25	77,35	17,75	79,12	7,75	90,88
<i>T.atroviride</i> BOZ6	1.Gün	23,75	13,50	43,16	9,50	60,00	6,50	72,63
	2.Gün	59,00	34,75	41,10	28,75	51,27	13,25	77,54
	3.Gün	85,00	57,75	32,06	47,75	43,82	27,75	67,35
<i>T.asperellum</i> TZ17	1.Gün	24,50	6,75	72,45	6,50	73,47	5,75	76,53
	2.Gün	55,25	13,00	76,47	13,00	76,47	7,75	85,97
	3.Gün	83,00	20,00	75,90	19,75	76,20	15,25	81,63
	4.Gün	85,00	27,75	67,35	27,00	68,24	24,50	71,18
<i>T.inhamatum</i> PT12	1.Gün	31,50	8,75	72,22	7,75	75,40	0,00	100,00
	2.Gün	72,75	17,25	76,29	14,75	79,73	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	22,25	73,82	19,50	77,06	5,00	94,12
<i>T.virens</i> KB31	1.Gün	29,50	9,25	68,64	7,25	75,42	0,00	100,00
	2.Gün	65,50	21,00	67,94	18,25	72,14	9,75	85,11
	3.Gün	85,00	29,75	65,00	26,25	69,12	16,75	80,29
<i>T.neokoningi</i> i A15	1.Gün	28,00	9,50	66,07	7,25	74,11	2,50	91,07
	2.Gün	61,25	21,00	65,71	18,75	69,39	6,50	89,39
	3.Gün	82,75	29,50	64,35	26,00	68,58	11,25	86,40
	4.Gün	85,00	42,75	49,71	33,00	61,18	17,00	80,00

**Çizelge 4.5** Antagonistlerin ve *R. solani*'nin Rizolex' e karşı duyarlılıkları (devamı)

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T. croceum</i> BOZ26	1.Gün	29,75	17,75	40,34	15,75	47,06	6,50	78,15
	2.Gün	63,75	40,25	36,86	34,25	46,27	11,00	82,75
	3.Gün	84,50	66,75	21,01	56,00	33,73	23,50	72,19
	4.Gün	85,00	85,00	0,00	81,00	4,71	30,50	64,12
<i>T. crassum</i> VG66	1.Gün	27,00	16,50	38,89	14,50	46,30	7,00	74,07
	2.Gün	64,75	35,00	45,95	28,75	55,60	17,50	72,97
	3.Gün	85,00	51,00	40,00	43,75	48,53	26,50	68,82
<i>T. spirale</i> KB51	1.Gün	26,50	16,00	39,62	12,25	53,77	6,00	77,36
	2.Gün	66,25	41,75	36,98	35,00	47,17	10,25	84,53
	3.Gün	85,00	69,75	17,94	58,75	30,88	22,00	74,12
<i>R. solani</i>	1.Gün	21,25	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	52,50	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00

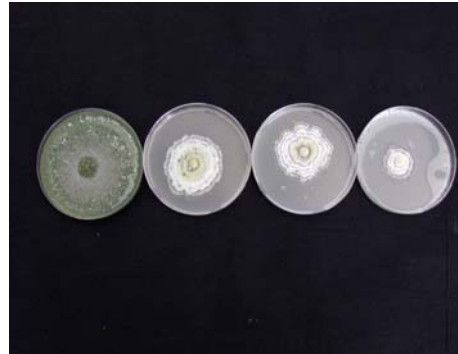
Çizelge 4.5 incelendiğinde test patojeni ile antagonistlerin çoğunluğunun 3. günde 85 mm çapında ilaçsız (kontrol) petripleri tamamıyla kapladığı; *T. hamatum* ÖT16, *T. strigosum* LO43, *T. asperellum* TZ17, *T. croceum* BOZ26 ve *T. neokoningii*A15' nin ise kontrol petriplerini ancak 4. günde kapladığı görülmektedir. Antagonistlerin Rizolex' in farklı dozlarına, farklı reaksiyonlar gösterdiği; doz artıkça gelişmenin yavaşladığı, 100 ppm'lık dozda 1. gün *T. asperellum* TZ20, *T. atroviride* BOZ6, *T. asperellum* TZ17, *T. neokoningii* A15, *T. croceum* BOZ26, *T. crassum* VG66 ve *T. spirale* KB51 izolatları dışındaki antagonistlerin gelişmediği, ancak daha sonraki



günlerde gelişmeye başladıkları görülmektedir. Antagonistlerin ve *R. solani*'nin kontrol petrilerini tamamen kapladığı gün Rizolex' in 10, 30, 100 ppm'lik dozlarında *T. atroviride* BOZ6 izolatının koloni gelişimi sırasıyla % 32.06, % 43.82, % 67.35 oranlarında; *T. croceum* BOZ26 izolatının % 0.00, % 4.71, % 64.12 oranlarında; *T. crassum* VG66 izolatının % 40.00, % 48.53, % 68.82 oranlarında ve *T. spirale* KB51 izolatının % 17.94, % 30.88, % 74.12 oranlarında engellenmiş ve bu izolatlar en az duyarlı antagonistler olarak belirlenmiştir. En duyarlı antagonistler olarak belirlenen *T. gamsii* VG47 izolatında koloni gelişimi sırasıyla % 77.35, % 79.12, % 90.88 ; *T. inhamatum* PT12 izolatında % 73.82, % 77.06, % 94.12 oranlarında, *T. asperellum* TZ17 izolatında % 67.35, % 68.24, % 71.18 oranlarında engellenmiştir. *R. solani* ise ilacın en düşük dozunda bile hiç bir gelişme gösterememiştir. Şekil 4.6'da Rizolex'in 0, 10, 30, 100 ppm'lik dozlarına az (a) ve çok duyarlı (b) antagonistlerin gelişimi görülmektedir.



(a)



(b)

**Şekil 4.6** Rizolex katkılı PDA da 0, 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarda *T. croceum* BOZ26 (a) ve *T. inhamatum* PT12 (b) izolatlarının gelişimi.

Çizelge 4.6’de antagonistler ile *R. solani*’ nin sırasıyla 0, 10, 30 ve 100 ppm Rizolex-T’ katkılı PDA’ da gelişen kolonilerinin günlük ortalama çapları ve % etkilenme durumları verilmektedir.

**Çizelge 4.6** Antagonistler ve *R. solani*’ nin Rizolex-T’ ye karşı duyarlılıkları.

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T.harzianum</i> LO52	1.Gün	22,00	6,00	72,73	5,00	77,27	0,00	100,00
	2.Gün	61,00	15,50	74,59	15,50	74,59	7,75	87,30
	3.Gün	85,00	22,75	73,24	21,25	75,00	12,00	85,88
<i>T.harzianum</i> TZ14	1.Gün	19,50	5,00	74,36	5,00	74,36	0,00	100,00
	2.Gün	59,50	18,25	69,33	17,25	71,01	9,00	84,87
	3.Gün	85,00	27,25	67,94	24,50	71,18	16,00	81,18
<i>T.asperellum</i> TZ20	1.Gün	25,00	7,25	71,00	5,75	77,00	5,00	80,00
	2.Gün	65,75	20,75	68,44	19,25	70,72	9,75	85,17
	3.Gün	85,00	29,25	65,59	27,00	68,24	15,25	82,06
<i>T.hamatum</i> ÖT16	1.Gün	12,50	6,75	46,00	5,00	60,00	0,00	100,00
	2.Gün	45,50	14,75	67,58	14,75	67,58	7,00	84,62
	3.Gün	78,50	21,25	72,93	20,50	73,89	13,00	83,44
	4.Gün	85,00	26,75	68,53	24,50	71,18	21,00	75,29
<i>T.strigosum</i> LO43	1.Gün	25,00	5,00	80,00	5,00	80,00	0,00	100,00
	2.Gün	65,50	9,00	86,26	9,00	86,26	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	22,50	73,53	19,25	77,35	0,00	100,00
<i>T.gamsii</i> VG47	1.Gün	20,00	7,00	65,00	6,00	70,00	5,00	75,00
	2.Gün	61,50	10,50	82,93	14,00	77,24	8,75	85,77
	3.Gün	85,00	20,25	76,18	20,25	76,18	19,75	76,76

**Çizelge 4.6** Antagonistler ve *R. solani*' nin Rizolex-T' ye karşı duyarlılıkları (devamı)

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T.atroviride</i> BOZ6	1.Gün	25,75	8,50	66,99	7,00	72,82	6,25	75,73
	2.Gün	64,75	17,25	73,36	18,25	71,81	14,25	77,99
	3.Gün	85,00	32,00	62,35	32,25	62,06	26,75	68,53
<i>T.asperellum</i> TZ17	1.Gün	27,25	6,75	75,23	6,50	76,15	5,50	79,82
	2.Gün	60,00	14,25	76,25	14,25	76,25	12,75	78,75
	3.Gün	85,00	20,50	75,88	20,25	76,18	19,50	77,06
<i>T.inhamatum</i> PT12	1.Gün	6,75	5,00	25,93	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	28,75	9,25	67,83	7,50	73,91	0,00	100,00
	3.Gün	60,25	14,50	75,93	15,50	74,27	6,00	90,04
	4.Gün	82,75	20,75	74,92	22,25	73,11	9,50	88,52
	5.Gün	85,00	26,50	68,82	25,50	70,00	13,50	84,12
<i>T.virens</i> KB31	1.Gün	21,00	9,25	55,95	7,50	64,29	0,00	100,00
	2.Gün	53,25	21,25	60,09	20,50	61,50	10,00	81,22
	3.Gün	85,00	30,00	64,71	30,00	64,71	18,75	77,94
<i>T.neokoningii</i> A15	1.Gün	22,50	7,00	68,89	6,50	71,11	0,00	100,00
	2.Gün	52,25	13,75	73,68	11,50	77,99	6,00	88,52
	3.Gün	83,00	22,25	73,19	16,25	80,42	10,50	87,35
	4.Gün	85,00	23,50	72,35	21,25	75,00	17,25	79,71
<i>T.croceum</i> BOZ26	1.Gün	14,25	7,25	49,12	7,00	50,88	0,00	100,00
	2.Gün	47,50	29,25	38,42	24,75	47,89	9,50	80,00
	3.Gün	83,00	50,75	38,86	42,25	49,10	19,75	76,20
	4.Gün	85,00	76,75	9,71	68,50	19,41	32,00	62,35
<i>T.crassum</i> VG66	1.Gün	27,25	16,75	38,53	15,25	44,04	6,00	77,98
	2.Gün	66,75	34,75	47,94	31,75	52,43	18,50	72,28
	3.Gün	85,00	51,25	39,71	48,75	42,65	36,00	57,65

**Çizelge 4.6** Antagonistler ve *R. solani*' nin Rizolex-T' ye karşı duyarlılıkları (devamı)

Antagonist/Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T. spirale</i> KB51	1.Gün	21,50	11,50	46,51	11,75	45,35	0,00	100,00
	2.Gün	58,75	30,75	47,66	30,25	48,51	8,00	86,38
	3.Gün	85,00	56,50	33,53	54,25	36,18	17,75	79,12
<i>R. solani</i>	1.Gün	28,50	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	71,50	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00

Çizelge 4.6 incelendiğinde *R. solani* ile antagonistlerin çoğunluğunun 3. günde kontrol petrilerini tamamiyle doldurduğu; *T. hamatum* ÖT16, *T. croceum* BOZ26, *T. neokoningii* A15'in 4. günde ve *T. inhamatum* PT12'nin ise ancak 5. günde doldurduğu görülmektedir. Antagonistlerin Rizolex-T' nin farklı dozlarına karşı farklı reaksiyon vermekte, doz artıkça gelişme hızı azalmaktadır. *T. asperellum* TZ20, *T. atroviride* BOZ6, *T. asperellum* TZ17, *T. crassum* VG66, *T. gamsii* VG47 izolatları hariç diğer antagonistlerin 100 ppm'lik dozlarda 1. gün gelişmediği ancak daha sonra gelişmeye başladıkları; *T. strigosum* LO43 izolatının ise deneme süresince hiç gelişmediği görülmektedir. Antagonistlerin ve *R. solani*'nin kontrol petrilerini tamamiyle kapladığı günlerde *T. spirale* KB51 izolatu Rizolex-T'nin 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarında sırasıyla % 33.53, % 36.18 ve % 79.12 oranlarında, *T. croceum* BOZ26 izolatu % 9.71, % 19.41 ve % 62.35 oranlarında,

*T. crassum* VG66 izolatu % 39.71, % 42.65 ve % 57.65 oranlarında engellenerek en az duyarlı grubu oluşturmuşlardır. *T. gamsii* VG47 % 76.18, % 76.18 ve % 76.76 oranlarında, *T. neokoningii* A15 % 72.35, % 75.00 ve % 79.71 oranlarında, *T. asperellum* TZ17 % 75.88, % 76.18 ve % 77.06 oranlarında ve *T. strigosum* LO43 izolatu % 73.53, % 77.35 ve % 100.00 oranlarında engellenmiş ve en duyarlı görünmüşlerdir. *R. solani* ise ilacın en düşük dozunda bile hiç gelişmemiştir. Şekil 4.7’de Rizolex-T’ nin 0, 10, 30 ve 100 ppm’lik dozlarında az (a) ve çok duyarlı (b) antagonistlerin gelişimi görülmektedir.



**Şekil 4.7** Rizolex-T katkılı PDA besiyeri üzerinde 0,10,30 ve 100 ppm’lik dozlarda *T. crassum* VG66 (a) ve *T. asperellum* TZ17 (b) izolatlarının gelişimi

Çizelge 4.7’de Celest-max ilacının sırasıyla 0, 10, 30 ve 100 ppm’lik dozlarında gelişen antagonistlerin ve test patojeninin günlük ortalama koloni çapları ve % etkilenme durumları verilmektedir.

**Çizelge 4.7** Antagonistler ve test patojenin Celest-max ilacına karşı duyarlılıkları.

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T.harzianum</i> LO52	1.Gün	18,00	7,25	59,72	7,00	61,11	6,00	66,67
	2.Gün	61,25	18,25	70,20	18,00	70,61	13,75	77,55
	3.Gün	85,00	38,75	54,41	32,25	62,06	24,25	71,47
<i>T.harzianum</i> TZ14	1.Gün	18,50	6,75	63,51	7,00	62,16	6,00	67,57
	2.Gün	59,00	22,75	61,44	20,25	65,68	15,75	73,31
	3.Gün	85,00	57,25	32,65	35,75	57,94	26,75	68,53
<i>T.asperellum</i> TZ20	1.Gün	18,75	9,75	48,00	8,50	54,67	6,75	64,00
	2.Gün	61,00	29,25	52,05	22,75	62,70	17,00	72,13
	3.Gün	85,00	63,75	25,00	42,75	49,71	28,25	66,76
<i>T.hamatum</i> ÖT16	1.Gün	19,25	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	53,75	7,25	86,51	0,00	100,00	0,00	100,00
	3.Gün	84,50	23,00	72,78	9,50	88,76	8,00	90,53
	4.Gün	85,00	53,50	37,06	24,50	71,18	18,75	77,94
<i>T.strigosum</i> LO43	1.Gün	23,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	64,25	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	11,75	86,18	0,00	100,00	0,00	100,00
<i>T.gamsii</i> VG47	1.Gün	22,50	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	69,75	17,00	75,63	17,25	75,27	11,75	83,15
	3.Gün	85,00	43,75	48,53	38,00	55,29	26,50	68,82
<i>T.atroviride</i> BOZ6	1.Gün	22,50	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	64,00	13,75	78,52	12,25	80,86	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	41,25	51,47	35,50	58,24	9,75	88,53
<i>T.asperellum</i> TZ17	1.Gün	23,75	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	58,25	7,25	87,55	0,00	100,00	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	19,00	77,65	10,75	87,35	9,50	88,82

**Çizelge 4.7** Antagonistler ve test patojenin Celest-max ilacına karşı duyarlılıkları (devamı)

Antagonist/ Test patojeni	Günler	Kontrol Ort.kol. çapı (mm)	10 ppm		30 ppm		100 ppm	
			Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik	Ort.kol. çapı (mm)	% etkililik
<i>T.inhamatum</i> PT12	1.Gün	24,25	15,25	37,11	14,50	40,21	9,25	61,86
	2.Gün	65,50	29,50	54,96	27,50	58,02	17,50	73,28
	3.Gün	85,00	44,50	47,65	42,75	49,71	29,00	65,88
<i>T.virens</i> KB31	1.Gün	18,50	18,25	1,35	17,50	5,41	12,25	33,78
	2.Gün	51,25	50,75	0,98	41,00	20,00	23,25	54,63
	3.Gün	84,50	84,00	0,59	67,00	20,71	31,75	62,43
	4.Gün	85,00	85,00	0,00	85,00	0,00	40,50	52,35
<i>T.neokoningii</i> A15	1.Gün	23,75	13,75	42,11	9,25	61,05	7,00	70,53
	2.Gün	55,50	31,75	42,79	23,25	58,11	12,00	78,38
	3.Gün	84,25	50,25	40,36	35,00	58,46	14,25	83,09
	4.Gün	85,00	65,50	22,94	48,25	43,24	16,75	80,29
<i>T.croceum</i> BOZ26	1.Gün	24,25	23,25	4,12	20,00	17,53	13,25	45,36
	2.Gün	57,75	58,75	-1,73	47,50	17,75	25,75	55,41
	3.Gün	85,00	85,00	0,00	73,25	13,82	40,75	52,06
<i>T.crassum</i> VG66	1.Gün	25,00	24,50	2,00	21,50	14,00	15,25	39,00
	2.Gün	58,75	56,00	4,68	45,00	23,40	25,00	57,45
	3.Gün	85,00	82,75	2,65	60,00	29,41	41,75	50,88
<i>T.spirale</i> KB51	1.Gün	19,75	18,25	7,59	16,50	16,46	11,00	44,30
	2.Gün	50,75	46,75	7,88	42,00	17,24	22,25	56,16
	3.Gün	84,50	82,25	2,66	72,00	14,79	35,75	57,69
	4.Gün	85,00	85,00	0,00	85,00	0,00	46,50	45,29
<i>R. solani</i>	1.Gün	24,50	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	2.Gün	63,25	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
	3.Gün	85,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00

Çizelge 4.7 incelendiğinde test patojeni ile antagonistlerin çoğunluğunun 3. günde kontrol petrilerini tamamen doldurduğu; *T. hamatum* ÖT16, *T. virens* KB31, *T. neokoningii* A15 ve *T. spirale* KB51'in ise ancak 4.günde doldurabildiği anlaşılmaktadır. Antagonistlerin Celest-max' in farklı dozlarında gelişmelerinin de farklı olduğu, doz artıkça gelişmenin yavaşladığı; 100 ppm'lık dozlarda *T. atroviride* BOZ6, *T. asperellum* TZ17, *T. gamsii* VG47, *T. hamatum* ÖT16, *T. strigosum* LO43 izolatları hariç diğer antagonistlerin 1. günde gelişmeye başladığı; *T. strigosum* LO43 izolatın ise hem 30 ppm, hem de 100 ppm dozunda deneme süresince hiç gelişemediği görülmektedir. Antagonistlerin ve test patojenin kontrol petrilerini tamamıyla kapladığı günlerde Celest-max'ın 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarını içeren PDA'lı Petrilerde *T. spirale* KB51 izolatının gelişimi sırasıyla % 0.00, % 0.00, % 45.29 ; *T. virens* KB31 izolatının gelişimi % 0.00, % 0,00, % 52.35 ; *T. croceum* BOZ26 izolatının gelişimi % 0.00, % 13.82, % 52.06 ve *T. crassum*VG66 izolatının gelişimi % 2.65, % 29.41, % 50.88 engellenerek en az duyarlı antagonistler grubunu oluşturmuşlardır. En duyarlı antagonistlerin ise sırasıyla % 86.18, % 100.00, % 100.00 oranında engellenen *T. strigosum* LO43; % 77.65, % 87.35, % 88.82 oranında engellenen *T. asperellum*TZ17 ve % 51.47, % 58.24, % 88.53 oranlarında engellenen *T. atroviride* BOZ6 olduğu anlaşılmıştır. Test patojeni *R. solani* ise ilacın en düşük dozunda bile gelişme göstermediği anlaşılmıştır. Şekil 4.8'da Celest-max'ın 0, 10, 30, 100 ppm'lik dozlarına az duyarlı bir antagonistin gelişimi görülmektedir.



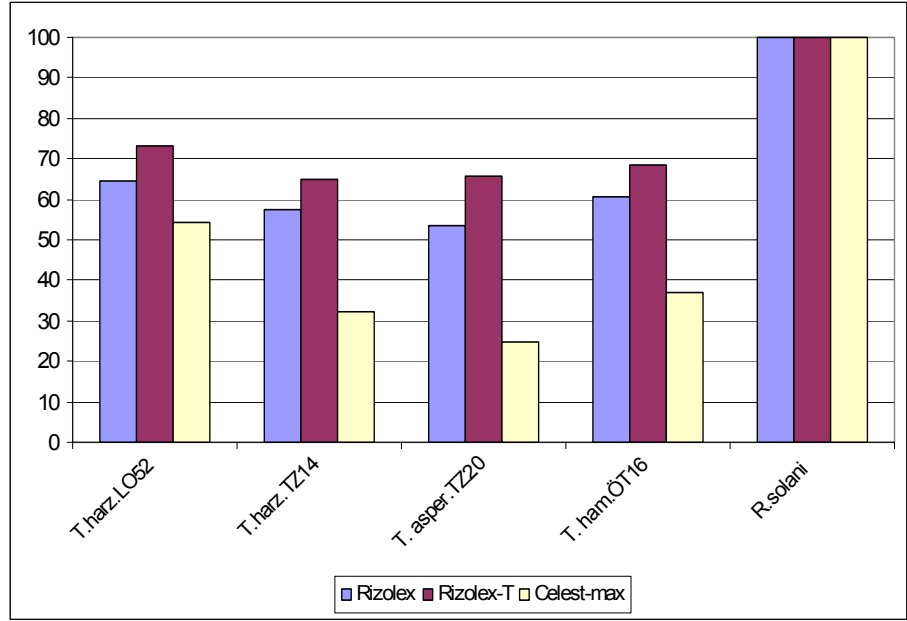


**Şekil 4.8** Celest-max' in 0, 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarında *T. spirale* KB51 izolatının gelişimi.

Birinci sera denemelerinde patojene karşı etkililiği iyi görülen ve bu nedenle de ikinci sera denemelerinde ilaçların  $\frac{1}{4}$  dozlarıyla birlikte kullanılan 4 *Trichoderma* izolatından *T. harzianum* LO52' nin koloni gelişimindeki engellenme oranı, Rizolex' in 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarında sırasıyla % 64.41, % 68.53 ve % 87.94; *T. harzianum* TZ14' ün % 57.35, % 64.41 ve % 83.53; *T. asperellum* TZ20' nin % 53.53, % 62.65 ve % 82.06 ve *T. hamatum* ÖT16' nin % 60.58, % 64.41 ve % 81.17 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5). Rizolex-T' nin 10, 30 ve 100 ppm'lik dozlarının antagonistlerin gelişimini engelleme oranları *T. harzianum* LO52 için sırasıyla % 73.24, % 75.00 ve % 85.85 ; *T. harzianum* TZ14 için % 67.94, % 71.18 ve % 81.18 ; *T. asperellum* TZ20 için % 65.59, % 68.24 ve % 82.06 ve *T. hamatum* ÖT16 için % 68.53, % 71.18 ve % 75.29 olmuştur (Çizelge 4.6). Celest-max' ta ise bu oranlar *T. harzianum* LO52' da sırasıyla % 54.41, % 62.06 ve % 71.47,

*T. harzianum* TZ14' da % 32.65 % 57.94 ve % 68.53 ; *T. asperellum* TZ20' de % 25.00, % 49.71 ve % 66.76 ve *T. hamatum* ÖT16' da % 37.06, % 71.18 ve % 77.94 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

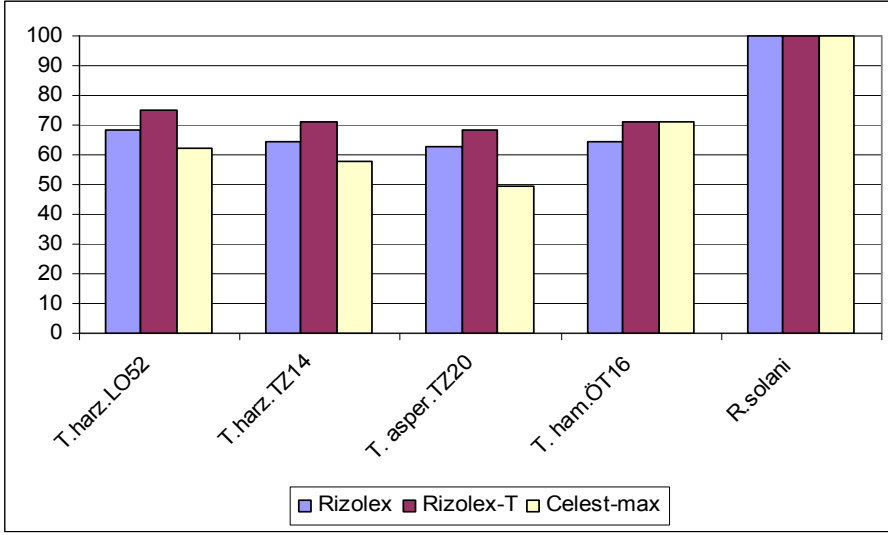
*T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14, *T. asperellum* TZ20, *T. hamatum* ÖT16 ve *R. solani*' nin Rizolex, Rizolex-T ve Celest-max' ın 3 farklı dozundan engellenme oranları, kolonilerin kontrol Petrilerini doldurduğu gün esas alınarak, grafikler halinde birlikte verilmiştir (Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11).



**Şekil 4.9** İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistlerin ve *R. solani*' nin koloni gelişiminde 10 ppm' lik ilaç dozlarının oluşturduğu engellenme (%)

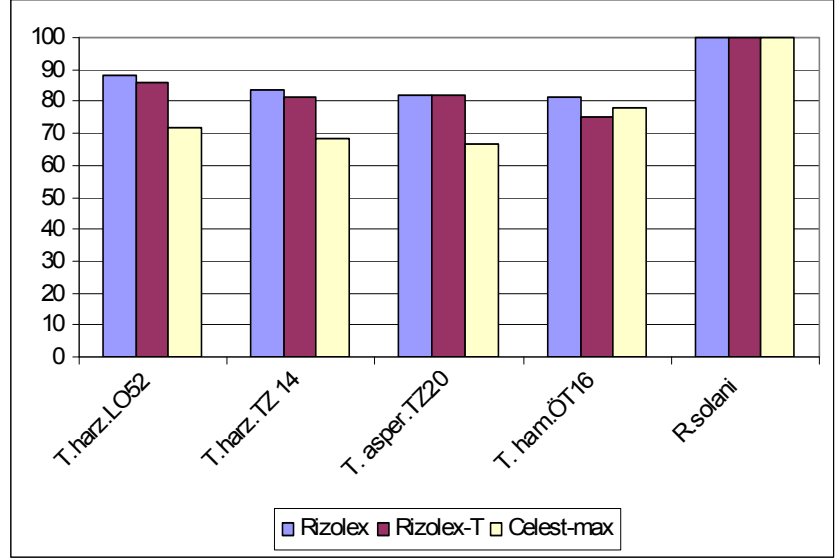
Antagonistlerin en fazla Rizolex-T' den etkilendiği, daha sonra Rizolex ve en az da Celest-max' dan etkilendiği görülmektedir. *T. asperellum* TZ20 antagonistler içinde en az etkilenen izolat olarak

belirlenmiştir. *R. solani*' nin Rs-3 izolatu ise, ilaçların bu en düşük dozunda bile % 100 oranında engellenmiştir.



**Şekil 4.10** İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistlerin ve *R. solani*' nin koloni gelişiminde 30 ppm' lik ilaç dozlarının oluşturduğu engellenme (%).

Şekil 4.10 incelendiğinde antagonistlerin 30 ppm'lik dozda en fazla Rizolex-T' den ve en az Celest-max' dan etkilendiği görülmektedir. Test patojeni ise beklendiği gibi bu dozda % 100 engellenmiştir.



**Şekil 4.11** İkinci sera denemelerinde kullanılan antagonistlerin ve *R. solani*' nin koloni gelişiminde 100 ppm' lik ilaç dozlarının oluşturduğu engellenme (%).

Şekil 4.11 de antagonistlerin 100 ppm'lik dozlarda en fazla Rizolex' ten etkilendiği; *T. asperellum* TZ20 izolatının Rizolex ve Rizolex-T' den eşit oranda engellendiği; Celest-max'ın ise 100 ppm dozda *T. hamatum* ÖT16 hariç antagonistleri en az etkilediği görülmektedir. *R. solani*' nin Rs-3 izolatındaki engellenme ise tüm ilaçlar için yine % 100 olmuştur.

## 4.5 Antagonistlerin ve Bazı İlçaların *R. solani*'ye Karşı Etkililiğinin Belirlenmesine Yönelik In-Vivo Çalışmalar

### 4.5.1 Birinci Sera Denemeleri

Birinci sera denemelerinde, in-vitroda *R. solani*' ye karşı çok kuvvetli hiperparazitik (ÇKH) etkiye sahip olduğu belirlenen izolatlar içinden seçilen 20 antagonist ve 3 kimyasal ilaç kullanılmıştır. Denemeler, sera boyunca uzanan iki farklı bölümde kurulmuştur. Birinci bölümde, AG-4 anastomosis grubuna ait *R. solani* izolatu ile saksı toprağı bulaştırılmış ve temiz yumrular kullanılmıştır; ikinci bölümde ise *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrular kullanılarak, temiz toprakta denemeler kurulmuştur. Değerlendirme ve istatistiki analizler seranın her kısmındaki denemeler için ayrı ayrı yapılmıştır.

#### 4.5.1.1 *R. solani* (AG-4) ile Bulaştırılmış Toprakta Temiz Yumrularla Kurulan Denemelere Ait Sonuçlar

Denemede her tekerrürün hastalık şiddeti değerlerine varyans analiz uygulanmış ve istatistiki analiz sonucunda birinci denemede tekerrürler arasında % 95 düzeyinde fark önemsiz ( $P>0,05$ ), uygulamalar arasında ise fark önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

**Çizelge 4.8** Patojen ile yapay olarak bulaştırılmış saksı topraklarındaki denemeye ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F	P
Tekerrür	2	42,434	0,5323	0,5909
Uygulamalar	24	10927,713	11,4222	<,0001

Yine çalışmada kullanılan uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılması LSD testi ile yapılmıştır (Çizelge 4.9).

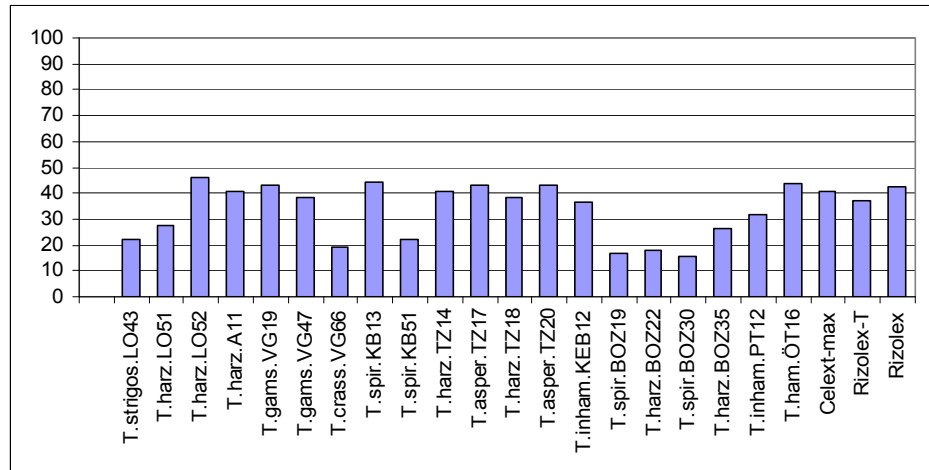
*R. solani* ile bulaşık hale getirilmiş saksı toprağındaki denemede her tekerrürdeki bitkilerin kök ve kök boğıazındaki lezyonlar 0-3 skalasına göre değerlendirerek hastalık şiddetinin % değeri bulunmuş; daha sonra tekerrürlerin ortalaması alınmıştır. Uygulamaların hastalığı önlemedeki etkileri, pozitif kontrol değeri ile karşılaştırılarak Abbott'a göre bulunmuştur (Çizelge 4.9).

**Çizelge 4.9** Yapay olarak bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde tekerrürlerin ortalama hastalık şiddeti, oluşan gruplar ve uygulamaların etkililiği

Uygulamalar	Tekerrürlerin Ortalama Hastalık şiddeti(%)	Gruplar	Abbott'a Göre Etki (%)
Pozitif Kontrol	68.83	A	-----
<i>T. spirale</i> BOZ30	58.29	AB	15.31
<i>T. spirale</i> BOZ19	57.36	B	16.66
<i>T. harzianum</i> BOZ22	56.40	B	18.05
<i>T. crassum</i> VG66	55.50	B	19.36
<i>T. strigosum</i> LO43	53.66	BC	22.03
<i>T. spirale</i> KB51	53.66	BC	22.03
<i>T. harzianum</i> BOZ35	50.70	BCD	26.34
<i>T. harzianum</i> LO51	49.70	BCDE	27.42
<i>T. inhamatum</i> PT12	47.16	BCDEF	31.57
<i>T. inhamatum</i> KEB12	43.66	CDEF	36.56
Rizolex-T	43.46	CDEF	36.85
<i>T. harzianum</i> TZ18	42.56	DEF	38.16
<i>T. gamsii</i> VG47	42.56	DEF	38.16
<i>T. harzianum</i> A11	40.70	DEF	40.86
Celest-max	40.70	DEF	40.86
<i>T. harzianum</i> TZ14	40.70	DEF	40.86
Rizolex	39.76	EF	42.23
<i>T. gamsii</i> VG19	39.23	EF	43.00
<i>T. asperellum</i> TZ17	39.23	EF	43.00
<i>T. asperellum</i> TZ20	39.23	EF	43.00
<i>T. hamatum</i> ÖT16	38.83	EF	43.58
<i>T. spirale</i> KB13	38.30	EF	44.35
<i>T. harzianum</i> LO52	37.00	F	46.24
Negatif Kontrol	0.00	G	-----

Çizelge 4.9 incelendiğinde, *R. solani* (AG-4) izolatıyla bulaşık hale getirilen toprakta antagonist ve bazı ilaçların yumrulara uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı ancak etkilenme düzeylerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddeti pozitif

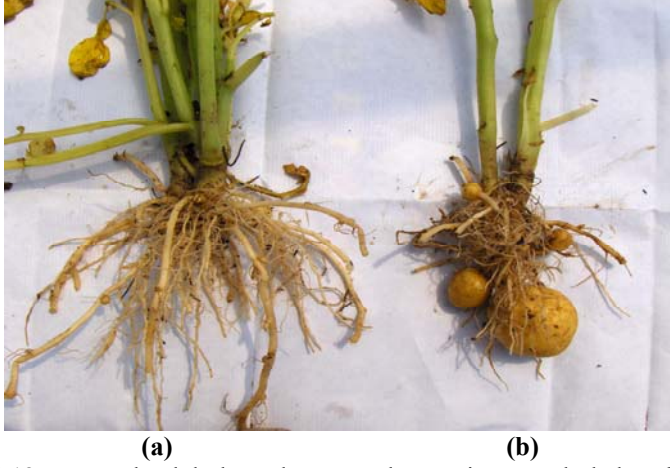
kontrolde % 68.83 ile en yüksek oranda bulunurken *T. harzianum* LO52 izolatının uygulandığı saksılarda ortalama % 37.00 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer uygulamalar ise hastalık şiddeti üzerine etkilerinde farklılıklar oluşturarak birden fazla grupta yer almışlardır. *T. spirale* KB13, *T. hamatum* ÖT16, *T. asperellum* TZ20, *T. asperellum* TZ17, *T. gamsii* VG19 ve Rizolex kimyasal ilacı da hastalık şiddetinin azalması yönünden ayrı bir grup içinde yer almışlardır. Uygulamaların, patatesteki kök boğazı nekrozu hastalığını % 15.31 ile % 46.24 arasında engellediği; yine *T. harzianum* LO52 başta olmak üzere *T. spirale* KB13, *T. hamatum* ÖT16, *T. asperellum* TZ20, *T. asperellum* TZ17, *T. gamsii* VG19 ve Rizolex uygulamalarının % 42.23 ile % 46.24 arasında etkili oldukları belirlenmiştir. Uygulamaların hastalığı önlemedeki etkisi Şekil 4.12’te grafik halinde verilmiştir.



**Şekil 4.12** Patojen ile bulaşık toprakta antagonistlerin ve ilaçların hastalığı önlemedeki etkisi



Şekil 4.13’de birinci sera denemesinde *R. solani* (AG-4) ile bulaştırılmış toprakta negatif ve pozitif kontrolden alınan bitkilerin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.13 Yapay olarak bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde negatif kontrol (a), pozitif kontrol (b)

Şekil 4.14’de birinci sera denemelerinde patojen ile yapay olarak bulaştırılmış toprakta *T. hamatum* ÖT16 uygulamasının yapıldığı bir saksıdan alınan bitki örneğinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.14 Yapay olarak bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemelerde *T. hamatum* ÖT16 uygulamasının yapıldığı bir saksıdan alınan bitkinin görüntüsü

**4.5.1.2 *R. solani* Sklerotlarıyla Bulaşık Yumrularla Temiz Toprakta Kurulan Denemelere Ait Sonuçlar**

*R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla seranın 2. bölümünde kurulan denemelerde de tekerrürler arasındaki fark % 95 düzeyinde önemsiz ( $P>0,05$ ), uygulamalar arasındaki fark ise önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.10).

**Çizelge 4.10** Patojen sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan denemeye ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F	P
Tekerrür	2	183,781	1,6706	0,2001
Uygulamalar	24	28734,498	21,7666	<,0001

Yine çalışmada uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılması LSD testi ile yapılmıştır (Çizelge 4.11).

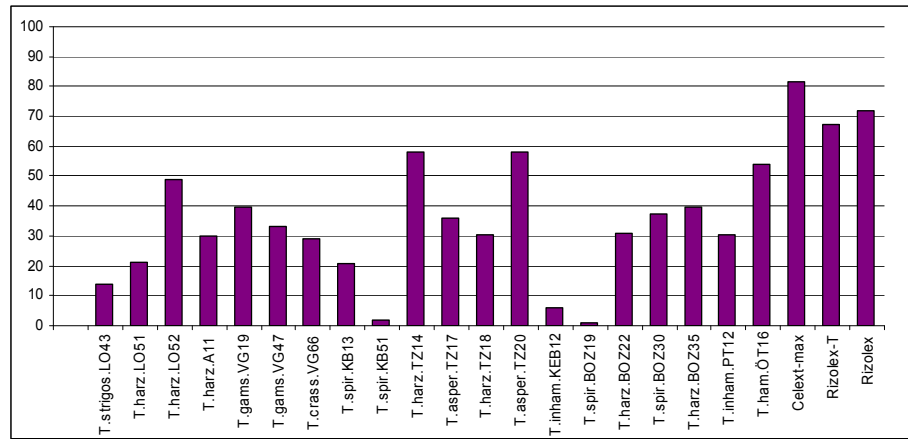
**Çizelge 4.11.** Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan denemelerde tekerrürlerin ortalama hastalık şiddeti, oluşan gruplar ve uygulamaların etkililiği

Uygulamalar	Tekerrürlerin Ortalama Hastalık Şiddeti (%)	Gruplar	Abbott'a Göre Etki (%)
Pozitif Kontrol	79.56	A	-----
<i>T. spirale</i> BOZ19	78.66	A	1.13
<i>T. spirale</i> KB51	78.10	A	1.83
<i>T. inhamatum</i> KEB12	74.78	AB	6.00
<i>T. strigosum</i> LO43	68.66	AB	13.70
<i>T. spirale</i> KB13	62.90	BC	20.94
<i>T. harzianum</i> LO51	62.73	BC	21.15
<i>T. crassum</i> VG66	56.43	CD	29.07
<i>T. inhamatum</i> PT12	55.50	CD	30.24
<i>T. harzianum</i> TZ18	55.50	CD	30.24
<i>T. harzianum</i> BOZ22	55.16	CD	30.66
<i>T. harzianum</i> A11	54.60	CD	31.37
<i>T. gamsii</i> VG47	53.13	CDE	33.22
<i>T. spirale</i> BOZ30	51.01	CDE	35.88
<i>T. asperellum</i> TZ17	50.90	CDE	36.02
<i>T. harzianum</i> BOZ35	48.10	DEF	39.54
<i>T. gamsii</i> VG19	48.10	DEF	39.54
<i>T. harzianum</i> LO52	40.70	EFG	48.84
<i>T. hamatum</i> ÖT16	36.48	FGH	53.92
<i>T. harzianum</i> TZ14	33.30	GHI	58.14
<i>T. asperellum</i> TZ20	33.30	GHI	58.14
Rizolex-T	26.00	HIJ	67.19
Rizolex	22.20	IJ	72.09
Celest-max	14.70	J	81.52
Negatif Kontrol	0.00	K	-----

Çizelge 4.11 incelendiğinde temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede, antagonist ve ilaçların yumrulara uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı ancak hastalık şiddetinin düzeylerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Pozitif kontrolde hastalık şiddeti % 79.56 oranında bulunmuş; *T. spirale* BOZ19 % 78.66, *T. spirale* KB51 % 78.10 ve *T. inhamatum* KEB12 % 74.78

hastalık şiddetiyle, pozitif kontroldeki hastalık şiddetine yakın değerde bulunmuştur. Celest-max, Rizolex ve Rizolex-T ilaçlarının uygulanmasıyla hastalık şiddeti ortalaması sırasıyla % 14.70, % 22.20 ve % 26.00 ile en düşük düzeyde bulunmuştur. Yine antagonistler içinde en düşük hastalık şiddeti sırasıyla % 33.30, % 33.30, % 36.48 ve % 40.70 oranı ile *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 uygulamalarında bulunmuştur.

Uygulamaların patatesteki kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi % 1.13 ile % 81.52 arasında değişiklik göstermiştir. Kimyasal ilaçlar Celest-max, Rizolex ve Rizolex-T sırasıyla % 81.52, % 72.09 ve % 67.19 oranıyla hastalığı önlemede antagonistlere göre daha etkili bulunmuştur. *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 ise sırasıyla % 58.14, % 58.14, % 53.92 ve % 48.84 oranları ile kimyasal ilaçlardan sonra hastalığı önlemede en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Uygulamaların hastalığı önlemedeki etkisi Şekil 4.15’de grafik halinde verilmiştir.



**Şekil 4.15** Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonistlerin ve ilaçların hastalığı önlemedeki etkisi

Şekil 4.16’da birinci sera denemesinde, temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde negatif ve pozitif kontrolden alınan bitkilerin görüntüsü verilmiştir.



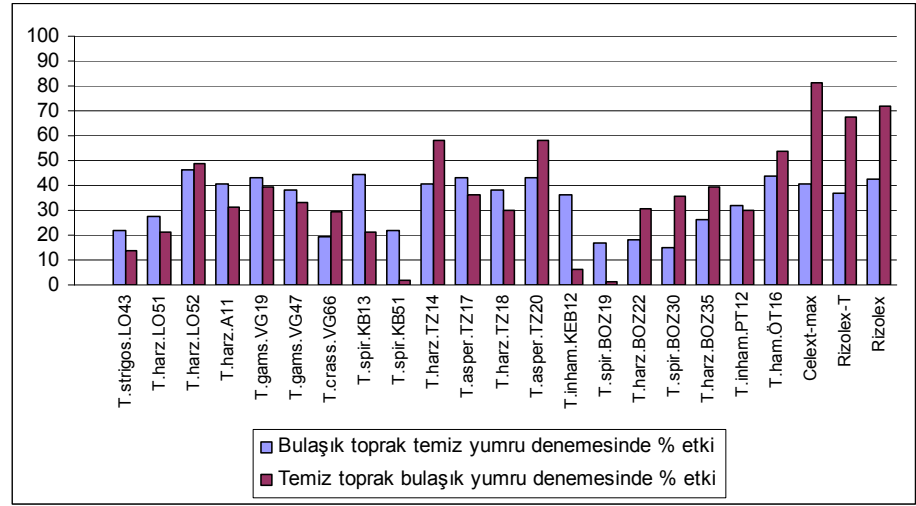
Şekil 4.16 Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede negatif kontrol (a), pozitif kontrol (b).

Şekil 4.17’de birinci sera denemesinde, temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde *T. harzianum* TZ14 uygulamasının yapıldığı saksıdan alınan bitkinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.17 Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde *T. harzianum* TZ14 uygulamasının yapıldığı saksıdan alınan bir bitkinin görüntüsü

Antagonistler ve ilaçların *R. solani*'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi çalışmalarında, test patojeni ile bulaştırılmış toprakta temiz yumru ile kurulan deneme ile temiz toprakta patojenin sklerotları ile bulaşık yumrularla kurulan denemede uygulamaların kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi şekil 4.18'de grafik halinde birlikte verilmiştir.



**Şekil 4.18** Birinci sera denemesinde bulaşık toprakta temiz yumru ve temiz toprakta bulaşık yumru denemelerinde uygulamaların hastalığı önlemedeki etkilerinin karşılaştırılması

Her iki denemede uygulamaların hastalığı önlemedeki etkileri birbirleriyle karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu görülmektedir. Kimyasal ilaçların etkisi bulaşık toprak temiz yumru denemesinde % 45'leri geçemediği ancak temiz toprak bulaşık yumru denemelerinde bu etkinin Celest-max örneğinde olduğu gibi % 81'lere ulaştığı görülmektedir. *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* LO52, *T. harzianum*

TZ14 ve *T. hamatum* ÖT16 izolatlarının uygulanmasıyla her iki denemede de hastalığın % 40.00'ın üzerinde engellendiği belirlenmiştir.

#### 4.5.2 İkinci Sera Denemeleri

İkinci sera denemelerinde, antagonistlerin ve ilaçların tek başına veya kombinasyon halinde *R. solani*'ye karşı etkililiğinin belirlenmesi çalışmalarında daha önce in vitroda ve birinci in vivo denemelerde etkili görünen antagonistlerden *Trichoderma harzianum* TUZ14, *Trichoderma harzianum* LO52, *Trichoderma asperellum* TUZ20 ve *Trichoderma hamatum* ÖT16 ile Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram) ve Celest Max (Fludioxonil) adlı ilaçlar kullanılmıştır. Belirtilen antagonistlerin ve ilaçların sera koşullarda tek başına veya antagonistlerin, 1/4'e düşürülmüş ilaç dozlarıyla birlikte kullanılarak hastalığı önleyici etkileri araştırılmıştır.

Denemeler, yine birinci sera denemesinde olduğu gibi sera boyunca iki farklı bölümde kurulmuş; birinci bölümde saksı toprağı AG-4 anastomosis grubuna ait *R. solani* ile bulaştırılmış ve temiz yumrular dikilmiştir. İkinci bölümde ise *R. solani*'nin sklerotlarıyla doğal olarak bulaşık yumrular ile temiz saksı toprağı kullanılmıştır. Değerlendirme ve istatistiki analizler her bölümdeki denemeler için ayrı yapılmış; ayrıca, ikinci bölümdeki *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumruların temiz toprakta kullanılması denemesinde yeni yumrulara meydana gelen patojen sklerotlarının (siyah siğil) oluşumuna, uygulamaların etkisi de değerlendirilmiştir.

#### 4.5.2.1 R. solani ile Bulaştırılmış Toprakta Temiz Yumrularla Kurulan Denemeye Ait Sonuçlar

Denemelerde her tekerrürün hastalık şiddeti değerlerine varyans analiz uygulanmış; analizler sonucunda bulaşık toprakta temiz yumrularla kurulan denemede, tekerrürler arasındaki fark % 95 düzeyinde önemsiz ( $P>0,05$ ), uygulamalar arasındaki fark ise önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.12).

**Çizelge 4.12** Patojen ile bulaştırılmış toprağa temiz yumruların dikilmesiyle kurulan denemeye ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F	P
Tekerrür	3	125,7682	1,6760	0,1846
Uygulamalar	16	3463,6594	8,6545	<.0001

Denemelerde, her tekerrürdeki bitkilerin kök ve kök boğazında meydana gelen lezyonlar 0-3 skalalarına göre değerlendirilerek % hastalık şiddeti bulunmuş; daha sonra tekerrürlerin ortalaması alınmıştır. Uygulamaların hastalığı önlemedeki % etkileri, denemelerin pozitif kontrol değeri ile kıyaslanarak Abbott'a göre bulunmuştur. Çalışmada kullanılan uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılması LSD testi ile yapılmıştır (Çizelge 4.13).



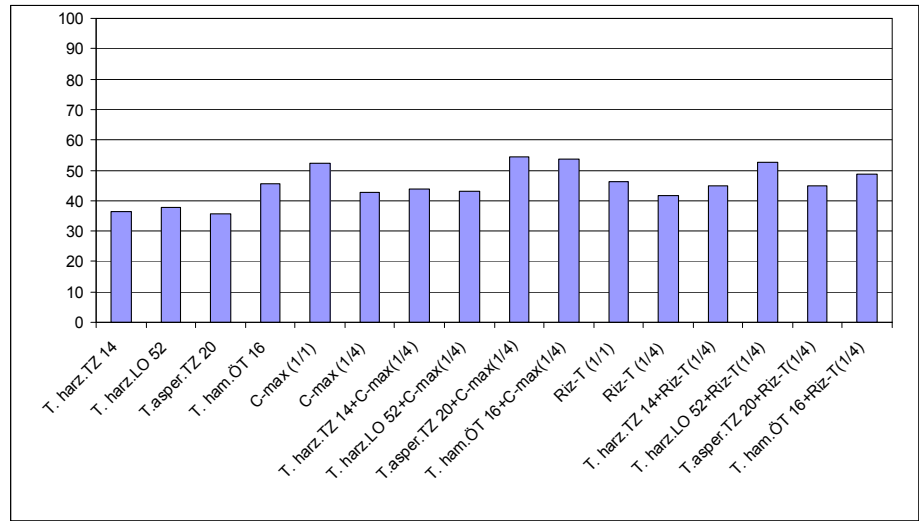
**Çizelge 4.13** *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta antagonist ve ilaçların tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla ortaya çıkan hastalık şiddeti (%), gruplar ve etki değerleri

Uygulamalar	Tekerrürlerin Ortalama Hastalık Şiddeti (%)	Gruplar	Abbott'a Göre Etki (%)
Pozitif kontrol	59.37	A	----
<i>T. asperellum</i> TZ 20	38.12	B	35.79
<i>T. harzianum</i> TZ 14	37.72	B	36.46
<i>T. harzianum</i> LO 52	36.82	BC	37.98
Rizolex-T (1/4)	34.65	BCD	41.63
<i>Celest-max</i> (1/4)	33.92	BCDE	42.86
<i>T. harzianum</i> LO 52+ <i>Celest-max</i> (1/4)	33.85	BCDE	42.99
<i>T. harzianum</i> TZ 14+ <i>Celest-max</i> (1/4)	33.27	BCDE	43.96
<i>T. harzianum</i> TZ 14+Rizolex-T (1/4)	32.80	BCDE	44.76
<i>T. asperellum</i> TZ 20+Rizolex-T (1/4)	32.72	BCDE	44.88
<i>T. hamatum</i> ÖT 16	32.40	BCDE	45.43
Rizolex-T (1/1)	31.97	BCDE	46.15
<i>T. hamatum</i> ÖT 16+Rizolex-T (1/4)	30.47	CDE	48.67
<i>Celest-max</i> (1/1)	28.30	DE	52.34
<i>T. harzianum</i> LO 52+Rizolex-T (1/4)	28.02	DE	52.80
<i>T. hamatum</i> ÖT 16 + <i>Celest-max</i> (1/4)	27.42	E	53.81
<i>T. asperellum</i> TZ 20+ <i>Celest-max</i> (1/4)	27.02	E	54.48
Negatif kontrol	0.00		----

Çizelge 4.13 incelendiğinde *R. solani* (AG-4) izolatıyla yapay olarak bulaştırılan toprakta antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte yumrulara uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı, ancak etkilenme düzeylerinin farklı olduğu görülmektedir. Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 59.37 ile en yüksek oranda bulunurken, *T. asperellum* TZ20 + *Celest-max* (1/4) ve *T. hamatum* ÖT16 + *Celest-max* (1/4) uygulamasında sırasıyla % 27.02 ve % 27.42 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer uygulamaların ise, farklı etki değerleri alarak, birden fazla grupta yer aldıkları görülmektedir. *T. hamatum* ÖT16 dışındaki antagonistlerin tek başına uygulanmasıyla

pozitif kontrolden sonra en yüksek hastalık şiddeti değerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir. *T. hamatum* ÖT16'nın uygulamasıyla hastalık şiddeti % 32.40 olarak bulunmuştur.

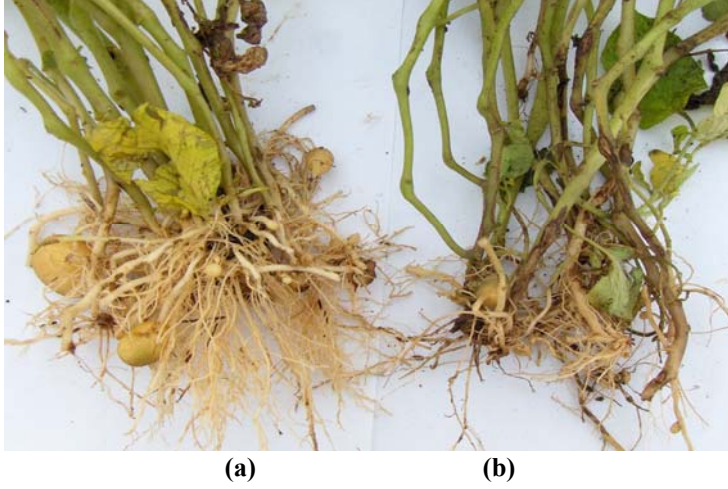
Uygulamaların patatesteki kök ve kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, % 35.79 ile % 54.48 arasında görülmektedir. *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4) ve *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) başta olmak üzere *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) ve *Celest-max* (1/1) uygulamaları, % 52.34 ile % 54.48 arasındaki oranlarıyla, *R. solani* bulaştırılmış toprakta en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Uygulamaların hastalığı önlemedeki etkisi Şekil 4.19'de grafik şeklinde verilmiştir.



**Şekil 4.19** *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanmasıyla ortaya çıkan etki (%)

Şekil 4.20'de ikinci sera denemelerinde, *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) ile pozitif kontrol

uygulamasının yapıldığı saksılardan alınan bitki örneklerinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.20 *R. solani* ile bulaştırılmış toprakta *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) (a) ile pozitif kontrol (b)

#### 4.5.2.2 Temiz Toprakta *R. solani* Sklerotlarıyla Bulaşık Yumrularla Kurulan Denemeye Ait Sonuçlar

Denemede her tekerrürün hastalık şiddeti değerlerine varyans analiz uygulanmış; analizler sonucunda temiz toprakta *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde, tekerrürler arasındaki fark % 95 düzeyinde önemsiz ( $P>0,05$ ), uygulamalar arasındaki fark ise önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelere ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F	P
Tekerrür	3	37,1613	0,2076	0,8906
Uygulamalar	16	9093,9431	9,5258	<.0001

Denemelerde, her tekerrürdeki bitkilerin kök ve kök boğazında meydana gelen lezyonlar 0-3 skalalarına göre değerlendirilerek % hastalık şiddeti değeri bulunmuş; daha sonra tekerrürlerin ortalaması alınmıştır. Uygulamaların hastalığı önlemedeki % etkileri, denemelerin pozitif kontrol değeri ile kıyaslanarak Abbott'a göre hesaplanmıştır. Uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılması LSD testi ile yapılmıştır (Çizelge 4.15).

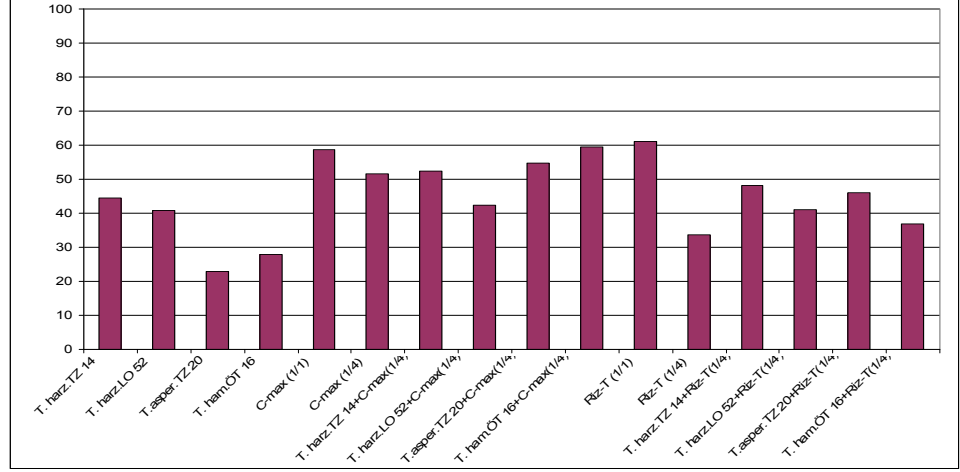
**Çizelge 4.15** Temiz toprakta *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrulara antagonist ve ilaçların tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla ortaya çıkan hastalık şiddeti ve etkililik

Uygulamalar	Tekerrürlerin Ortalama Hastalık Şiddeti (%)	Gruplar	Abbott'a Göre Etki (%)
Pozitif kontrol	77.37	A	-----
<i>T. asperellum</i> TZ 20	59.67	B	22.87
<i>T. hamatum</i> ÖT 16	55.80	BC	27.87
Rizolex-T (1/4)	51.33	BCD	33.65
<i>T. hamatum</i> ÖT 16+Rizolex-T (1/4)	48.83	BCDE	36.88
<i>T. harzianum</i> LO 52	45.87	CDEF	40.71
<i>T. harzianum</i> LO 52+Rizolex-T (1/4)	45.53	CDEF	41.15
<i>T. harzianum</i> LO 52+ Celest-max (1/4)	44.50	DEF	42.48
<i>T. harzianum</i> TZ 14	43.00	DEF	44.42
<i>T. asperellum</i> TZ 20+Rizolex-T (1/4)	41.73	DEFG	46.45
<i>T. harzianum</i> TZ 14+Rizolex-T (1/4)	40.04	EFGH	48.24
Celest-max (1/4)	37.42	FGH	51.63
<i>T. harzianum</i> TZ 14+celest-max (1/4)	36.90	FGH	52.30
<i>T. asperellum</i> TZ 20+Celest-max (1/4)	35.00	FGH	54.76
Celest-max (1/1)	31.90	GH	58.76
<i>T. hamatum</i> ÖT 16 + Celest-max (1/4)	31.42	GH	59.38
Rizolex-T (1/1)	30.05	H	61.16
Negatif kontrol	0.00		-----

Çizelge 4.15 incelendiğinde, temiz toprakta *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrulara antagonist ve ilaçların tek başına veya

birlikte uygulanması sonucunda hastalığın bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı, ancak etkilenme düzeylerinin farklı olduğu görülmektedir. Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 77.37 ile en yüksek oranda bulunurken, Rizolex-T (1/1), *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) ve Celest-max (1/1) uygulamalarının sırasıyla % 30.05, % 31.42 ve % 31.90 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. Diğer uygulamaların ise hastalık üzerine etkilerinde farklı değerler alarak, birden fazla grupta yer aldıkları görülmektedir. Antagonistlerin tek başına uygulanmasında ise, genellikle pozitif kontrolden sonra en yüksek hastalık şiddeti değerini aldıkları belirlenmiştir.

Uygulamaların patatesteki kök ve kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, hastalığı % 22.87 ile % 61.16 arasında engellediği görülmektedir. Rizolex-T (1/1), *T.hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4), Celest-max (1/1) başta olmak üzere *T. asperellum* TZ 20 + Celest-max (1/4), *T. harzianum* TZ 14 + Celest-max (1/4) ve Celest-max (1/4) uygulamalarının % 51.63 ile % 61.16 arasındaki oranlarıyla en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Uygulamaların hastalığı önlemedeki etkisi Şekil 4.21’de grafik halinde verilmiştir.



**Şekil 4.21** Temiz toprakta *R. solani*'nin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanmasıyla ortaya çıkan etki (%).

Şekil 4.22'de ikinci sera denemelerinde patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) ile pozitif kontrol uygulamasının yapıldığı saksılardan alınan bitki örneklerinin görüntüsü verilmiştir.

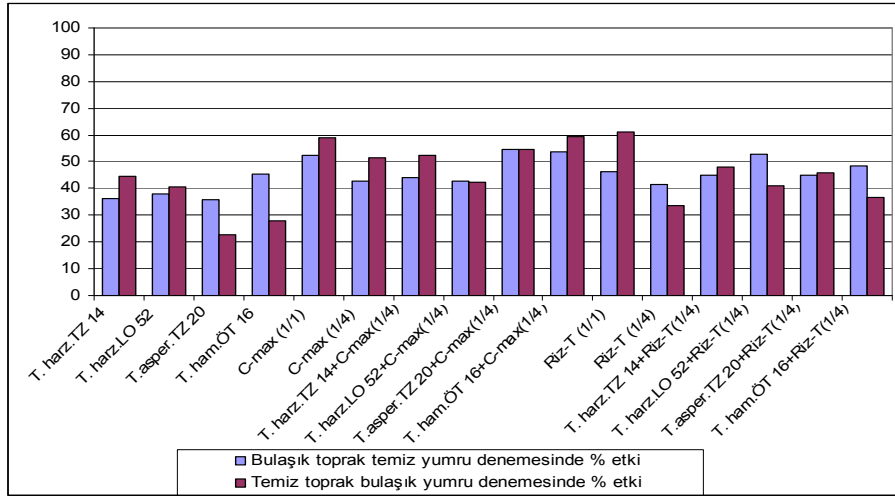


(a)

(b)

**Şekil 4.22** Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) uygulaması (a), pozitif kontrol (b)

İkinci sera denemelerinde, patojenle bulaştırılmış toprakta temiz yumrular ve temiz toprakta sklerotlarla bulaşık yumrular kullanarak yürütülen çalışmalarda, uygulamaların kök boğazı nekrozuna etkisi şekil 4.23’de grafikte birlikte verilmiştir.



**Şekil 4.23** İkinci sera denemelerinde, bulaşık toprakta temiz yumru ve temiz toprakta bulaşık yumru kullanarak yürütülen çalışmalarda uygulamaların hastalığı önlemedeki etkilerinin karşılaştırılması.

Her iki denemede, uygulamaların kökboğazı hastalığını önlemedeki etkileri birbirleriyle karşılaştırıldığında farklılıklar olduğu görülmektedir. Celest-max (1/1), *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4), *T. hamatum* ÖT16 + celest-max (1/4) uygulamalarının hastalık üzerine etkisinin iki denemede de % 50’yi geçtiği belirlenmiştir.

Denemede, yumrular üzerinde oluşan patojenin sklerotlarına uygulamaların etkisi de araştırılmıştır.

Denemede, yumru değerlendirilmesinde yine her tekerrürün hastalık şiddeti değerlerine varyans analiz uygulanmış; analizler sonucunda temiz toprakta, *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede yumru değerlendirilmesinde, tekerrürler arasındaki fark % 95 düzeyinde önemsiz ( $P>0,05$ ), uygulamalar arasındaki fark ise önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16** Temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde yumrudaki sklerot oluşumunun değerlendirilmesine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	F	P
Tekerrür	3	82,358	0,5431	0,6551
Uygulamalar	16	13929,750	17,2241	<.0001

Yumrularda oluşan sklerotlar, 0-3 siyah siğil hastalığı skalasına göre değerlendirilerek % hastalık şiddeti bulunmuş; daha sonra tekerrürlerin ortalaması alınmıştır. Uygulamaların hastalığı önlemedeki % etkileri, denemelerin pozitif kontrol değeri ile kıyaslanarak Abbott'a göre hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılması ise LSD testi ile yapılmıştır (Çizelge 4.17).



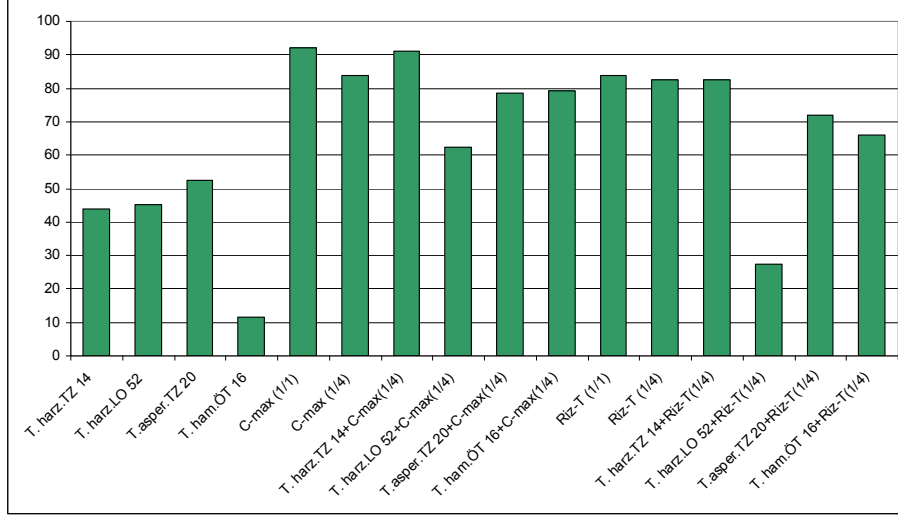
**Çizelge 4.17** Temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde antagonist ve ilaçların tek başına ve karışım halinde uygulanmasıyla yumrulara ortaya çıkan siyah siğil hastalığı şiddeti ve etkililik

Uygulamalar	Tekerrürlerin Ortalama Hastalık Şiddeti (%)	Gruplar	Abbott'a Göre Etki (%)
Pozitif kontrol	52.67	A	-----
<i>T. hamatum</i> ÖT 16	46.63	AB	11.46
<i>T. harzianum</i> LO 52+Rizolex-T (1/4)	38.30	BC	27.28
<i>T. harzianum</i> TZ 14	29.62	CD	43.76
<i>T. harzianum</i> LO 52	28.85	CD	45.22
<i>T. asperellum</i> TZ 20	24.95	DE	52.62
<i>T. harzianum</i> LO 52+ <i>Celest-max</i> (1/4)	19.85	DEF	62.31
<i>T. hamatum</i> ÖT 16+Rizolex-T (1/4)	17.83	EFG	66.14
<i>T. asperellum</i> TZ 20+Rizolex-T (1/4)	14.73	FGH	72.03
<i>T. asperellum</i> TZ 20+ <i>Celest-max</i> (1/4)	11.32	FGHI	78.50
<i>T. hamatum</i> ÖT 16+ <i>Celest-max</i> (1/4)	10.92	FGHI	79.26
Rizolex-T (1/4)	9.26	GHI	82.41
<i>T. harzianum</i> TZ 14+Rizolex-T (1/4)	9.17	GHI	82.58
Rizolex-T (1/1)	8.52	GHI	83.82
<i>Celest-max</i> (1/4)	8.45	GHI	83.95
<i>T. harzianum</i> TZ 14+ <i>Celest-max</i> (1/4)	4.62	HI	91.22
<i>Celest-max</i> (1/1)	4.15	I	92.12
Negatif kontrol	0,00		0,00

Çizelge 4.17 incelendiğinde, temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrulara antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte uygulanarak dikilmesi sonucunda gelişen bitkilerin yeni oluşan yumrularında siyah siğil hastalığının bütün tekerrürlerde ortaya çıktığı, ancak hastalık şiddetinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 52.67 ile en yüksek oranda bulunurken, kimyasal ilaçların tam ve çeyrek dozlarının uygulandığı tekerrürlerde hastalık şiddeti % 10'nun altında kalarak en düşük değeri almışlardır. Bununla birlikte, *T. harzianum* TZ14 + *Celest-max* (1/4) ve *T. harzianum*

TZ14 + Rizolex-T (1/4) uygulamaları da sırasıyla % 4.62 ve % 9.17 oranıyla hastalık şiddetinin en düşük düzeyde olduğu grubun içinde yer almıştır. Diğer uygulamalarda ise antagonistler ve ilaçların ¼ dozunun birlikte kullanılmasında, *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) uygulaması hariç hastalık şiddetinin yine düşük olduğu belirlenmiştir. Antagonistlerin tek başına uygulanmasında ise, genellikle pozitif kontrolden sonra en yüksek hastalık şiddeti değerini aldıkları belirlenmiştir.

Uygulamaların patatesten siyah siğil hastalığını önlemedeki etkisi, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, engelleme oranının % 11.46 ile % 92.12 arasında olduğu belirlenmiştir. Kimyasal ilaçların tam ve çeyrek dozları yumrular üzerinde meydana gelen sklerotların azalmasında en etkili uygulamalar olarak bulunmuştur. Antagonist ve ilaçların ¼ dozlarının birlikte kullanılmasında *T. harzianum* TZ14 en etkili uygulama olmuştur. Uygulamaların hastalığı önleyici etkisi Şekil 4.24'de grafik şeklinde verilmiştir.



**Şekil 4.24** Temiz toprakta *R.solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde yumrularda sklerot oluşumu üzerine uygulamaların hastalığı önleyici etkisi (%)

Şekil 4.25'de ikinci sera denemelerinde patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemede negatif ve pozitif kontrol saksılardan alınan yumru örneklerinin görüntüsü verilmiştir.



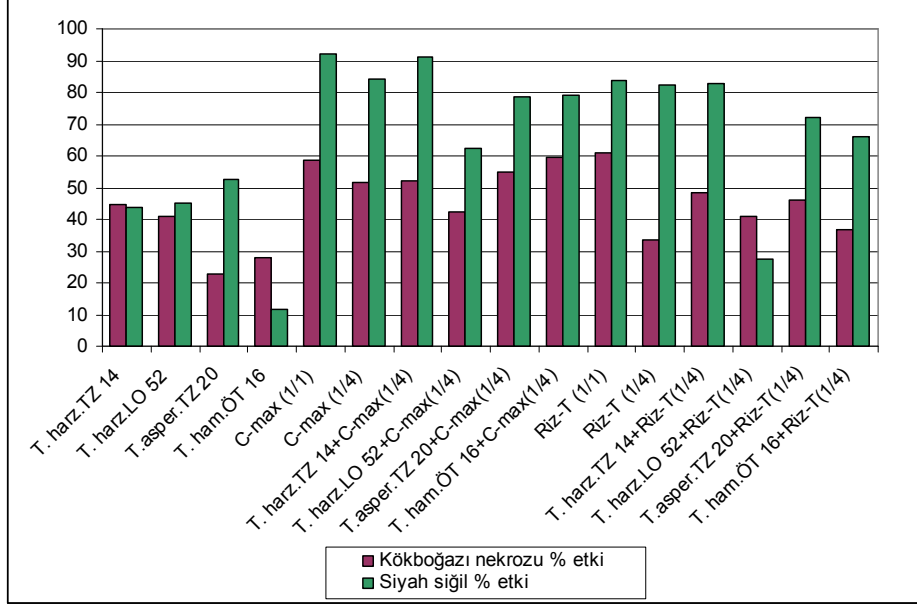
**Şekil 4.25** Temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde negatif kontrol (a), pozitif kontrol (b)

Şekil 4.26'de ikinci sera denemesinde patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde, *T. harzianum* TZ14 ile *T. harzianum* TZ14 + Celest-max (1/4) uygulamalarının yapıldığı saksılardan alınan yumru örneklerinin görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.26 Temiz toprakta *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde *T. harzianum* TZ14 uygulaması (a) ve *T. harzianum* TZ14 + Celest-max (1/4) uygulaması (b)

İkinci sera denemelerinde, temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla yürütülen çalışmalarda uygulamaların kökboğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkisi grafik üzerinde Şekil 4.27'te birlikte görülmektedir.



Şekil 4.27 Temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan denemelerde uygulamaların kökboğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkileri (%).

Kimyasal ilaçların tam veya çeyrek dozlarının tek başına veya çeyrek dozlarının antagonistlerle birlikte kullanılması, *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) hariç, yumrulara meydana gelen siyah siğil hastalığını, kökboğazı nekrozu hastalığına göre daha başarılı bir şekilde engellediği belirlenmiştir. Antagonistlerin tek başına uygulamasında *T. harzianum* TZ14' un, her iki denemede de % 40'ın üzerinde etki göstererek en etkili antagonist olduğu görülmüştür.

## 5. TARTIŞMA

*R. solani*'nin patatestede yaptığı enfeksiyonlar yumruda kalite ve verim kayıplarına neden olmaktadır. Özellikle hasta yumrular üzerinde oluşan sklerotlar, Dünya'nın bir çok yöresinde sertifikalı tohumluk yumrular üzerinde de bulunmaktadır. Hastalığın yayılmasında primer enfeksiyon kaynağının bu olduğu düşünülmektedir (Weinhold and Bowman,1982). Özellikle tohumluk kökenli inokulumun elemine edilmesi, tarlada yumru çıkışının zamanında olmasına, pazar değeri yüksek, temiz ve büyük yumruların elde edilmesini sağlayacaktır.

Bu hastalığın mücadelesinde, toprakta inokulumun azaltılmasına yönelik münavebe başta olmak üzere bazı kültürel önlemler önerilmektedir. Bunun yanında ülkemizde son dönemlerde yumruya uygulanan kimyasal ilaçlar ruhsatlandırılmıştır. Ancak toprakta inokulumun yoğun olması durumunda ilaçların da hastalığı yeterince baskı altına almayacağı bildirilmiştir (Hall et al., 2000).

Patates dahil birçok bitkide *R. solani*'ye karşı biyolojik savaş, hastalıkla mücadelede büyük bir potansiyele sahiptir. Günümüzde yürütülen çalışmalarda, bir çok antagonistin *R. solani*'ye karşı başarı sağlayacak kapasitede olduğu ortaya konulmuştur (Beagle-Ristaino and Papavizas, 1985; Tsrer et al., 2001; Wicks et al., 1995). Fakat uygulamaların başarı dereceleri arasında farklar olduğu, bazı uygulamaların hastalığı önlemede yeterince etki gösteremediği belirtilmektedir (Hall et al., 2000; Brewer and Larkin, 2005).

Bu çalışmada Türkiye'nin, mikroorganizma varlığı yönünden farklı olabileceği varsayılan değişik yer ve plantasyonlarından toprak örneği alınmış ve farklı yöntemler kullanılarak *R. solani*'nin antagonistleri izole edilmiştir. Bu antagonistlerin in-vitro da ilaçlara karşı duyarlılıkları yine in-vitro ve in-vivo da patojene karşı etkileri araştırılmış ve etkili görünenlerden bazıları ile bu hastalığa karşı ruhsatlı olan ilaçların düşük dozları kombine edilerek kullanılmıştır.

### **5.1 Antagonist İzolasyonu ve *R. solani* Antagonistlerine Ait Sonuçların Değerlendirilmesi**

Çalışmada, topraktan 3.2.3 başlığı altındaki “Toprağı Sulandırma Yöntemi”, “*Rhizoctonia* Sklerotlarının Çalkalama Suyundan Antagonist İzolasyonu”, “Patojen Kültürünün Tuzak Olarak Kullanılmasıyla Antagonist İzolasyonu” ve “Yumru Üzerindeki *Rhizoctonia* Sklerotlarından Antagonist İzolasyonu” yöntemleri kullanılarak antagonistler izole edilmiştir. Bunlar içinde özellikle, patojen kültürünün tuzak olarak kullanılmasıyla antagonist izolasyonu yöntemi, hem çalışılması basit hem de bol miktarda antagonist izole edilebilmesiyle dikkat çekmiştir. Bazı araştırmacılar bu yöntemle bir bakıma benzerlik gösteren başka yöntemler kullanmıştır. Örneğin Biçici (1983), çalışmasında *R. solani*'yi Petride geliştirdikten sonra koloninin üstüne normal sera toprağı ya da daha önce *R. solani* ile zenginleştirilmiş toprak yayarak inkube etmiş ve toprağın üzerinde gelişen kolonileri alıp, saflaştırmıştır. Söz konusu çalışmada *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. viride*, *Gliocladium roseum* ve bir *Penicillium* sp. izole edilmiştir. Bu çalışmamızda ise, Petride PDA ortamında geliştirilmiş *R. solani*

kolonilerin üzerine toprak örneği yayılmış ve iki hafta inkube edilmiştir. Bu süre sonunda kültürler üzerindeki toprak silkelenerek uzaklaştırılmış ve alttaki patojen kolonisi steril su ile iyice yıkanmıştır. Buradan alınan diskler Rizolex katkılı rose bengal'li PDA ortamına aktararak inkubatöre konmuş ve 3-5 gün gibi kısa bir sürede özellikle hiperparazit karakterli antagonist adaylarının geliştiği gözlemlenmiştir. Bu doktora çalışmasında ilk kez kullanılan bu yöntem özellikle hiperparazit *Trichoderma* türlerinin topraktan izolasyonu için uygun gibi görünmektedir. Çalışmada uygulanan diğer yöntemlerle izole edilen fungusların büyük çoğunluğunun *Penicillium* ve *Aspergillus* gibi bol spor veren yaygın saprofitlerden olduğu, çoğunun antagonistik özellik taşımadığı anlaşılmıştır.

Antagonist izolasyonu için dokuz farklı bölgeden toprak örneği alınmış; ve 320 antagonistik izolat elde edilmiştir. Tanımı yapılamayanlar hariç bu izolatların 12 genusa ait oldukları belirlenmiştir. Antagonistler bütün bölge topraklarından izole edilmiş; bu yönden en zengin toprağın Van gölü çevresi ve volkanik bir bölge olan Karacadağ bölgesine ait olduğu anlaşılmıştır. En az sayıda izolat ise Ödemiş ve Altınova ilçeleri patates üretim bölgelerinden elde edilmiştir. Bütün bölgelerden izole edilen antagonistlerin % 82.5'u *Trichoderma* türlerine aittir. Bilindiği gibi *Trichoderma*, Dünya'nın her tarafına geniş bir şekilde yayılmış, hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda ve özellikle organik madde içeren alanlarda bulunan saprofitik karakterli bir genustur (Papavizas, 1985). Çalışmamızda bazı *Trichoderma* türlerine yüksek oranda, bazılarına daha az rastlanmıştır. En fazla izole edilen türler sırasıyla *T. harzianum*, *T. virens*, *T. inhamatum*, *T. spirale* ve *T.*



*asperellum*'dur. En az rastlananlar ise birer izolat ile *T. viride*, *T. hamatum* ve *T. tomentosum*, ikişer izolat ile *T. crassum*, *T. croceum* ve üçer izolat ile *T. gamsii*, *T. atroviride*, *T. strigosum* türleri olmuştur. *T. harzianum* gibi bazı türler bütün bölge topraklarından izole edilirken diğerleri sadece bazı bölgelerden izole edilmiştir. Örneğin *T. strigosum* sadece Günlük ormanlarının bulunduğu topraklardan; *T. gamsii*, Van gölü çevresi toprağından ve *T. croceum* Bozdağı patates üretim bölgeleri toprağından izole edilmiştir. Bu durum, bazı türlerin farklı ekolojilere, farklı toprak özelliklerine ve değişik bitki örtüsünün bulunduğu alanlara daha iyi adapte olmalarından ileri gelebilir. Samuels (2006) tarafından yayınlanan bir derlemede, *Trichoderma* türlerinin bir çok yörede ve toprakta yaygın olarak bulunduğu belirtilmekte, fakat türler ayrı ayrı ele alındığında, coğrafik yayılmanın *T. harzianum* ve *T. asperellum* gibi ya geniş ve sınırsız, ya da *T. viride*'de olduğu gibi sınırlı olduğu, bazı bölgelerde ve bazı bitkilerin bulunduğu alanlarda bazı türlerin nadir ya da yaygın bulunabileceği kaydedilmektedir. Böylece bu çalışmamızda, bazı türlerin yaygın olarak bulunması, ya da nadir olarak sadece bazı bölgelerin topraklarından izole edilmiş olması, Samuels (2006)'in açıklamalarıyla uyum göstermektedir. Ek çizelge 1 incelendiğinde anlaşılacağı gibi antagonistlerin izole edildiği toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirinden farklı olduğu görülecektir. *T. strigosum*'un sadece, organik madde oranı yüksek olan, Günlük ormanları toprağından, *T. croceum*'un pH'ı düşük Bozdağı bölgesi toprağından, ve *T. virens*'in yaygın olarak volkanik Karacadağ bölgesi toprağından izole edilmiş olması, *Trichoderma* türlerinin yaşam alanı ile ilgili bazı fiziksel ve kimyasal kriterlerin de belirleyici olabileceği

kanısını yaratmıştır. Nitekim Papavizas (1985), toprakta uzun süre devam eden kurak koşulların *Trichoderma* popülasyonunu azalttığını, *T. hamatum* ve *T. pseudokoningii*'nin bazı strainlerinin aşırı nem koşullarına adapte olabildiğini ve *T. viride* ile *T. polysporum*'un düşük sıcaklıkların hüküm sürdüğü alanlarda sınırlı bulunabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, *T. harzianum*'un ılıman iklim bölgelerinde yaygın olmasına karşın, *T. hamatum* ve *T. koningii*'nin farklı iklim koşullarındaki bölgelerde yayıldığını belirtmiş böylece *Trichoderma* türlerinin iklim ve toprak isteklerinde farklılıklar da olabileceğini vurgulamıştır.

Bu çalışmada elde edilen *Trichoderma*'lardan 14 tür tanımlanmıştır. Bunlar; *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. crassum*, *T. croceum*, *T. gamsii*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. spirale*, *T. strigosum*, *T. tomentosum*, *T. virens*, *T. viride* olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bu türlerden *T. harzianum*, *T. viride*, *T. hamatum* ve *T. virens* (= *G. virens*) hariç diğer 10 *Trichoderma* türü Türkiye için ilk kayıttır. Türkiye'de daha önce yapılan çalışmalarda *T. harzianum*, *T. viride*, *T. pseudokoningii* Rifai., *T. hamatum*, *T. koningii* Oudem., *T. aureoviride* Rifai., *T. virens* (= *G. virens*) türleri izole edilip, genellikle biyolojik savaş amaçlı çalışmalarda kullanılmıştır (İren vd., 1988; Turak, 1997; Çeliker ve Nemli, 1994; Turhan, 1973; Turhan ve Turhan, 1989).

Yine bu çalışmada Van gölü çevresi topraklardan elde edilen *T. gamsii*'nin VG 7, VG 19 ve VG 47 nolu izolatları bu çalışma kapsamında 2006 yılında izole edilip *R. solani*'nin hiperparaziti olduğu belirlendikten

sonra 2007 yılı içinde tür tanımı yapılmıştır. Bu türün Dünya literatürü için ilk kaydının 2006 yılında yapılmış olması (Jaklitsch et al., 2006) bir yenilik olarak düşünülebilir. Ayrıca literatür taramasında *T. gamsii*, *T. crassum*, *T. croceum*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. strigosum* ve *T. tomentosum* türlerinin *R. solani*'nin hiperparaziti olduğu konusunda kayıt bulunamaması, bu doktora çalışmasının Dünya için bir yeniliğidir. Van gölü çevresi topraklarından izole edilen *T. viride* VG18 izolatında, çalışmalar süresince, konidi oluşumunun göstergesi olan alışılmış yeşilimsi renklenme meydana gelmemiş; koloniler beyaz-grimsi olarak kalmıştır. Diğer türlere ait izolatlar ise kendine özgü renk oluşumlarını göstermişlerdir.

## **5.2 Antagonistik Aktivitenin Belirlenmesine Yönelik In-Vitro Çalışmaların Değerlendirilmesi**

İzolasyonlarından sonra, ön çalışmalarda *R. solani*'nin antagonisti olarak belirlenen izolatlar arasından önce güçlü etkili görünenler seçilmiş, sonra da bunlar arasından ayrıca farklı türlerden olduğu düşünülen 120 izolat (Çizelge 4.4) denemeye alınmıştır. İzolatların seçiminde, farklı toprak örneklerini temsil etmelerine, farklı türleri kapsamalarına ve ön çalışmalarda belli oranda etkili olmalarına özen gösterilmiştir. Çalışılan antagonistlerin büyük çoğunluğu *Penicillium*'lar hariç test patojenine karşı hiperparazitik ya da daha az oranda hiperparazitik + antibiyotik etki göstermiştir. *Penicillium*'ların atbiyotik etkisi ise eskiden beri bilinmektedir (Cook and Baker, 1983). Hiperparazitik etkisi çok güçlü olan (ÇKH) antagonistlerin bir haftalık bir süre içinde patojen kolonisinin üzerini tamamen kapladığı ve *T.*

*harzianum* başta olmak üzere bir çok *Trichoderma* türünün bu özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum patojenin antagonistlerini belirleme ön çalışmalarında genellikle etkili olanların seçilmiş olmasına bağlıdır. Yine denemeye alınan *Trichoderma* izolatları içinde hiperparasitizmin yanında antibiyotik etki özelliğini en fazla gösterenlerin *T. inhamatum* ve *T. asperellum* türlerine ait olduğu anlaşılmıştır. Bu bulgular, adı geçen 2 türün mekanizmasında antibiyotik üretiminin önemli bir yere sahip olduğunu düşündürmüştür. *T. harzianum* başta olmak üzere, diğer *Trichoderma* türlerinde antagonistik mekanizmanın ağırlıklı olarak hiperparasitizm ve belli oranda antibiyosis olduğu gözlemlenmiştir; besin ortamında patojen ile antagonist kolonileri arasında engelleme zonu oluşumu antibiyotik etkinin de varlığını kanıtlamıştır. *Trichoderma* türlerinin esas karakterinin, onlardaki “güçlü mikoparazitik etki” olduğu bilinmektedir (Elad et al., 1983; Kredics et al., 2003; Santamarina and Roselló, 2006). Dolayısıyla oluşan engelleme zonu çok kısa bir sürede hiperparazit *Trichoderma* kolonisi tarafından aşılarak kaybolmaktadır. Böyle izolatların antibiyotik etkilerinin ayrıntılı değerlendirilmesi, uygun yöntemler kullanılarak, başka bir araştırmayla yapılabilir.

Çalışmada denenen *Trichoderma* türlerinin tamamında, *R. solani*'ye karşı antagonistik etki saptanmıştır. Bu türlerden *T. harzianum*, *T. virens*, *T. viride*, *T. hamatum*, *T. asperellum*, *T. atroviride* ve *T. spirale*'nin antagonistik etkisi farklı çalışmalarla daha önce ortaya konulmuştur (Weindling, 1932; Beagle- Ristaino and Papavizas, 1985; Roy, 1989; Lewis and Larkin, 1997; Lewis et al. 1998; Gloria et al. 2003; Trillas et al. 2006; Grosch et al. 2007; Bailey et al. 2008). Ancak, *T. crassum*, *T. croceum*, *T. gamsii*, *T. inhamatum*, *T. neokoningii*, *T. strigosum* ve *T.*

*tomentosum*'un *R. solani*'ye karşı antagonistik etkisi ile ilgili bir bilgiye rastlanamamıştır.

Bu çalışmada, *Trichoderma* izolatları dışında, *G. roseum* izolatları ve diğer bazı funguslara (*Fusarium solani*, *F. culmorum*, *Geotrichum sp.*, *Phoma sp.*, *Chaetomium sp.*, *Pythium oligandrum*, *Spicaria sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Ulocladium sp.*, *Papulaspora sp.*) ait izolatlar da patojene karşı antagonistik aktivite göstermişlerdir. Bu funguslardan bazılarının *R. solani*'nin antagonisti olduğu daha önceki çalışmalarla ortaya konmuştur (Roy, 1989). Bu çalışmada da *G. roseum*, *P. oligandrum*, *Geotrichum sp.* ve *Paecilomyces sp.* in mikoparazitik etkili olduğu mikroskop altında açıkça görülebilmektedir. Diğer türlerin ise patojen ile yer rekabetinde zayıf bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir. *G. roseum* izolatlarının patojen kolonisi üzerindeki gelişim hızı oldukça az ve zayıf olmakla beraber, mikroskopik incelemelerde patojen hiflerini sarmalamada ve penetrasyonda çok güçlü ve agresif olduğu belirlenmiştir.

### **5.3 Antagonistlerin Bazı İlaçlara Karşı In-Vitro Duyarlılık**

#### **Testlerin Değerlendirmesi**

Bitkilerde patojen fungal etmenlerin baskılanması, antagonistlerin tek başına kullanılması ile mümkün olmayabilir (Hall et al., 2000; Wicks et al., 1995). Bundan dolayı özellikle toprak kökenli patojenlere karşı antagonist organizmalarla fungusitler kombineli bir şekilde uygulanabilmekte veya biyolojik kontrol dışında, patojene karşı yalnızca toprak fungusitleri uygulanmak suretiyle, kimyasal kontrol amaç edinilmektedir. Her iki durumda da uygulanan fungusitlerin gerek

topraktaki doğal antagonist mikroorganizma popülasyonuna, gerekse kitle halinde üretilerek çeşitli şekillerde yapay olarak toprağa veya tohuma uygulanmakta olan antagonistlere karşı mümkün olduğunca az etkili olması istenmektedir.

Çalışmanın bu kısmında Çizelge 3.2’de belirtilen *Trichoderma* türleri ile *R. solani*’nin patatesten neden olduğu kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına karşı ruhsatlı Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram, % 20+30) ve Celest-max (Fludioxonil, 100g/l) ile Rizolex (Tolclofos methyl, % 50) kimyasal ilaçlarına karşı 0, 10, 30 ve 100 ppm’lik dozları etkili madde oranları üzerinden hesaplanarak duyarlılıkları araştırılmıştır.

Çalışmada, antagonistlerin ilaçların bütün dozlarından farklı oranlarda etkilendiği, ilaçların dozları arttıkça koloni gelişim hızlarının da buna paralel olarak azaldığı görülmüştür. Rizolex’in 10, 30, 100 ppm’lik dozlarında *T. atroviride* BOZ6, *T. croceum* BOZ26, *T. crassum* VG66, *T. spirale* KB51 en az etkilenirken; *T. gamsii* VG47, *T. inhamatum* PT12, *T. asperellum* TZ17 ise en fazla etkilenenler olarak belirlenmiştir. Rizolex-T’nin 10, 30, 100 ppm’lik dozlarında *T. spirale* KB51, *T. croceum* BOZ26, *T. crassum* VG66 en az; *T. gamsii* VG47, *T. neokoningii* A15, *T. asperellum* TZ17 ve *T. strigosum* LO43 ise en fazla etkilenmiştir. Antagonistlerden, her iki ilaca da duyarlılık bakımından benzer sonuçlar alınmış, ancak antagonistlerin etkilenme oranları farklı olmuştur. 100 ppm dozda 1. günde Rizolex’te daha fazla, Rizolex-T’de ise daha az antagonist gelişmiş; yine örneğin *T. strigosum* LO43 izolatu Rizolex denemesinde 1. günden sonra gelişmeye başlarken, Rizolex-T denemesinde ise deneme süresince gelişmemiştir. Antagonistlerin

genelde bütün dozlarda her iki ilaçtan etkilenme oranları Rizolex-T denemesinde daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun, ilacın etkili maddeleri arasında bulunan Thiram'dan kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Celest-max denemesinde ilacın farklı dozlarında *T. spirale* KB51, *T. virens* KB31, *T. croceum* BOZ26, *T. crassum* VG66 en az, *T. strigosum* LO43, *T. asperellum* TZ17, *T. atroviride* BOZ6 ise en fazla etkilenenler olarak belirlenmiştir. *T. strigosum* LO43, ilacın 30 ve 100 ppm'lik dozlarında deneme süresince gelişme göstermemiştir. Bu izolat Rizolex ve Rizolex-T ilaçlarına karşı da genelde yüksek duyarlılık göstermiştir. Bu sonuçlar, ilaçlara karşı bu antagonistin yüksek duyarlılıkta olduğunu kanıtlamaktadır.

Denemeler, bir bütün olarak birlikte değerlendirildiğinde üç ilacın farklı dozlarında en az duyarlı olup belli oranda dayanıklılık gösteren antagonistlerin *T. spirale* KB51, *T. croceum* BOZ26, *T. crassum* VG66 olduğu belirlenmiştir. Yine en yüksek düzeyde duyarlılık gösterenlerden *T. asperellum* TZ17 bütün ilaçlardan; *T. gamsii* VG47 Rizolex ve Rizolex-T ilaçlarından; *T. strigosum* LO43 Rizolex-T ve Celest-max ilaçlarından etkilenmiştir. Genellikle antagonistlerin üç ilacın farklı dozlarına karşı duyarlılık açısından benzer reaksiyonları göstermiş olması, onların kimyasal ilaçlara karşı genel bir davranışı olarak düşünülmektedir. Yine çalışmada, kullanılan ilaçlara en az duyarlı antagonistlerin (*T. spirale* KB51, *T. croceum* BOZ26, *T. crassum* VG66) sporulasyonunun diğer antagonistlere göre daha geç başladığı veya yeterli oranda spor oluşturmadıkları gözlemlenmiştir. Örneğin, birinci sera denemesinde patojene karşı etkinliği denenen *T. crassum* VG66'un sporulasyonu yeterli olmadığından, spor süspansiyonu hazırlanamamış,

bunun yerine farklı bir yöntem kullanılarak (bkz. 3.2.8.1) yumruya uygulanmıştır. Ancak, spor oluşumu geç başlayan veya az spor oluşturan türlerin ilaçlara daha az duyarlı olabileceği kanısına varabilmek için, bu konunun ileride daha fazla izolatla ve daha ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.

Sera çalışmaları için seçilen, *T. harzianum* LO52, *T. harzianum* TZ14, *T. asperellum* TZ20, *T. hamatum* ÖT16 izolatları ilaçların farklı dozlarından diğer antagonistlere göre genellikle orta düzeyde etkilenmişlerdir. Bu antagonistlerin ilaçlara karşı duyarlılığı kendi aralarında karşılaştırıldığında 10 ve 30 ppm'lik dozlarda en fazla Rizolex-T' den, 100 ppm dozda ise Rizolex' ten biraz daha fazla etkilendikleri belirlenmiştir. Celest-max ise antagonistleri diğer ilaçlara göre genelde daha az etkilemiş, sadece *T. hamatum* ÖT16' u 30 ve 100 ppm dozlarda diğer üç antagoniste göre biraz daha fazla etkilediği görülmüştür. Ancak bir genelleme yapılırsa Celest-max' ın antagonistleri en azından 10 ppm dozda diğer ilaçlardan daha az etkilediği söylenebilir.

Antagonist kolonilerinin çapı, deneme kurulduktan 24 saat sonra ölçülmeye başlanmış ve kontrol petrilerini çoğunlukla 3. günde tamamen doldurdukları görülmüştür. Bazı antagonistler ise kontrol petrilerini ancak 4. günde doldurabilmişlerdir. Bu durumda, ilaçlı petrilerdeki antagonistler de bir gün daha fazla gelişme imkanı bulmuşlardır. Bu nedenle, kontrol petrileri ile kıyaslanarak yapılan ölçümlerde bu antagonistlerin ilaçlardan etkilenmeleri belli oranda düşmüş gibi görülebilir. Denemede sayısal değerlendirme işlemleri tamamlandıktan sonra da gözlemlere devam edilmiş ve ilaçlı petrilerdeki antagonistlerin



gelişmelerini sürdürdükleri görülmüştür; erken dönemlerde ilaçlı petriyelerdeki kolonilerde renk bakımından kontrole göre farklılık ve halka oluşumu gözlemlenmiştir. Bu testler sonunda ilaçların antagonistlerin gelişim hızlarını yavaşlattığı, ancak antagonistlerin bir süre sonra tekrar gelişmelerine devam ettiği kanısına varılmıştır.

Test patojeni *R. solani* üç ilacın, denenen tüm dozlarında hiç gelişme gösterememiş, yani % 100 etkilenmiştir. Böylece patojenin denenen ilaçlara karşı çok duyarlı olduğu belirlenmiştir. Delen vd. (1991), Tolchlofos-methyl'e karşı duyarlılıkları araştırılan *R. solani* izolatlarından birisi hariç diğerlerinin ilaca yüksek derecede duyarlı olduklarını belirtmişlerdir. Keza Biçici (1983) yaptığı çalışmada benzer sonuçlar almıştır. Patojenin Rizolex (Tolchlofos-methyl)' e karşı duyarlılığı ile ilgili olan bu çalışmamızda da da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

#### **5.4 Antagonistlerin ve Bazı İlaçların *R. solani*'ye Karşı Etkililiğinin Belirlenmesine Yönelik In-Vivo Çalışmalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi**

İki kez arka arkaya ve farklı dönemlerde yapılan sera denemelerinin sonuçları ayrı ayrı irdelenmiştir:

##### **5.4.1 Birinci Sera Denemeleri**

Birinci sera denemelerinde, in-vitroda *R. solani*' ye karşı çok kuvvetli hiperparazitik (ÇKH) etkiye sahip olduğu belirlenen izolatlar içinden seçilen 20 antagonist ve 3 kimyasal ilaç kullanılmıştır.

Denemeler, sera boyunca uzanan iki farklı bölümde 5 Ocak 2006 tarihinde kurulmuş ve 18 Nisan 2007 tarihinde değerlendirilmiştir. Birinci bölümde, AG-4 anastomosis grubuna ait *R. solani* izolatu ile saksı toprağı bulaştırılmış ve temiz yumrular kullanılmıştır; ikinci bölümde ise *R. solani* sklerotlarıyla bulaşık yumrular kullanılarak, temiz toprakta denemeler kurulmuştur.

Birinci bölümde, hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 68.83 ile en yüksek oranda bulunurken *T. harzianum* LO52 izolatinin uygulandığı saksılarda ortalama % 37.00 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. Uygulamaların, patatesteki kök boğazı nekrozu hastalığını % 15.31 ile % 46.24 arasında engellediği; yine *T. harzianum* LO52 başta olmak üzere *T. spirale* KB13, *T. hamatum* ÖT16, *T. asperellum* TZ20, *T. asperellum* TZ17, *T. gamsii* VG19 ve Rizolex uygulamalarının % 42.23 ile % 46.24 arasında etkili oldukları belirlenmiştir.

Seranın ikinci bölümde, pozitif kontrolde hastalık şiddeti % 79.56 oranında bulunmuş; Celest-max, Rizolex ve Rizolex-T ilaçlarının uygulanmasıyla hastalık şiddeti ortalaması sırasıyla % 14.70, % 22.20 ve % 26.00 ile en düşük düzeyde kalmıştır. Yine antagonistler içinde en düşük hastalık şiddeti sırasıyla % 33.30, % 33.30, % 36.48 ve % 40.70 oranı ile *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 uygulamalarında bulunmuştur. Uygulamaların patatesteki kök boğazı nekrozu hastalığını önlemedeki etkisi % 1.13 ile % 81.52 arasında değişiklik göstermiştir. Kimyasal ilaçlar Celest-max, Rizolex ve Rizolex-T sırasıyla % 81.52, % 72.09 ve % 67.19 oranıyla hastalığı önlemede antagonistlere göre daha etkili bulunmuştur. *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T.*

*harzianum* LO52 ise sırasıyla % 58.14, % 58.14, % 53.92 ve % 48.84 oranları ile hastalığı önlemede kimyasal ilaçlardan sonra gelmişlerdir.

Birinci sera denemelerinde, tek başına antagonist uygulamalarında bazı *Trichoderma* türlerinin hastalığı baskı altına almada bir dereceye kadar başarılı oldukları söylenebilir. Çünkü her iki kısımda kurulan denemelerde de *T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52 gibi *Trichoderma* türleri patatesteki kök boğazı nekrozu hastalığını % 40 ile % 58 oranında engellemişlerdir. Ancak, bu etki düzeyi, onları ticari preparata dönüştürmek için önerilebilecek yükseklikte değildir. Yine çalışmada denenen bazı antagonistlerin çok zayıf etkililiğe sahip olduğu, örneğin temiz toprakta bulaşık yumru denemesinde kullanılan *T. spirale* BOZ19, *T. spirale* KB51 ve *T. inhamatum* KEB12' da hastalık şiddeti değerlerinin pozitif kontrole yakın bulunduğu anlaşılmıştır. Böylece *Trichoderma* türlerinin hastalığı engellemedeki etkisinin izolatlara göre farklı olabileceği kanısına varılmıştır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda hastalığın engellenmesinde farklı oranlarda olumlu sonuçlar alınmış (Beagle-Ristaino and Papavizas, 1985; Tsrer et al., 2001; Brewer and Larkin, 2005; Grosch et al., 2006); yine başka bir çalışmada ise önemli bir etkinin elde edilemediği belirtilmiştir (Hall et al., 2000).

Birinci sera denemelerinin her iki kısmında da bazı antagonistler (*T. asperellum* TZ20, *T. harzianum* TZ14, *T. hamatum* ÖT16 ve *T. harzianum* LO52) hastalığı önlemede % 40'ın üzerinde etki göstermişlerdir. Bu antagonistler, patojen ile bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan denemede kimyasal ilaçlardan biraz daha etkili

görünürken; temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla kurulan denemelerde kimyasal ilaçlardan daha düşük etki göstermişlerdir. Bu durum, kimyasal ilaçların topraktaki *R. solani* inokulumuna etkisinin, yumru üzerindeki inokulum etkisinden daha zayıf olduğunu düşündürmektedir. Genel bir kural olarak toprağın patojenle bulaşıklığı söz konusu olduğu zaman, bitki materyallerine ilaç uygulanması, hastalığın önlenmesinde yetersiz kalabilmektedir; çünkü ilaçların topraktaki etki süreleri sınırlıdır. Brewer and Larkin (2005) de, *T. virens*' in (Soilgard) ve *T. harzianum*' un (Rootshield) ticari preparatları dahil bazı antagonistler ve kimyasallarla yaptıkları denemelerde kimyasalların siyah siğilin şiddetini engellemede daha etkili (%54-60) olduğunu saptamışlardır.

#### 5.4.2 İkinci Sera Denemeleri

İkinci sera denemelerinde, antagonistlerin ve ilaçların tek başına veya kombinasyon halinde *R. solani*'ye karşı etkililiği araştırılmıştır. Daha önce in-vitroda ve birinci in- vivo denemelerde etkili görünen antagonistlerden *T. harzianum* TUZ14, *T. harzianum* LO52, *T. asperellum* TUZ20 ve *T. hamatum* ÖT16 ile Rizolex-T (Tolclofos methyl+Thiram) ve Celest Max (Fludioxonil) adlı ilaçlar kullanılmıştır. Belirtilen antagonistlerin ve ilaçların sera koşullarda tek başına veya antagonistlerin, 1/4'e düşürülmüş ilaç dozlarıyla birlikte kullanılarak hastalığı önleyici etkileri araştırılmıştır.

Denemeler, yine birinci sera denemesinde olduğu gibi sera boyunca iki farklı bölümde kurulmuş; birinci bölümde saksı toprağı AG-4 anastomosis grubuna ait *R. solani* ile bulaştırılmış ve temiz yumrular

dikilmiştir. İkinci bölümde ise *R. solani*'nin sklerotlarıyla doğal olarak bulaşık yumrular ile temiz saksı toprağı kullanılmıştır. Denemeler 17 Eylül 2007'de tarihinde kurulmuş ve 20 Aralık 2007 tarihinde değerlendirilmiştir.

Birinci bölümde *R. solani* (AG-4) izolatıyla yapay olarak bulaştırılan toprakta antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte yumrulara uygulanması sonucunda bitkilerin kök boğazında meydana gelen hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 59.37 ile en yüksek oranda bulunurken, *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4) ve *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) uygulamasında sırasıyla % 27.02 ve % 27.42 oranıyla en düşük düzeyde bulunmuştur. *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4) ve *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) başta olmak üzere *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) ve *Celest-max* (1/1) uygulamaları, % 52.34 ile % 54.48 arasındaki oranlarıyla, *R. solani* bulaştırılmış toprakta en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir. Antagonistlerin tek başına uygulamasında *T. hamatum* ÖT16 en etkili antagonist olarak görülmüştür.

Seranın ikinci bölümünde, patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta, antagonist ve ilaçların tek başına veya birlikte yumrulara uygulanması sonucunda bitkilerin kök boğazında meydana gelen hastalık şiddeti pozitif kontrolde % 77.37 ile en yüksek oranda bulunurken, Rizolex-T (1/1), *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4) ve Celest-max (1/1) uygulamalarının etkileri sırasıyla % 30.05, % 31.42 ve % 31.90 ile en düşük düzeyde bulunmuştur. Kök boğazı nekrozu hastalığını önlemede, Rizolex-T (1/1), *T. hamatum* ÖT16 + Celest-max (1/4), Celest-max (1/1) başta olmak üzere *T. asperellum* TZ 20 + Celest-

max (1/4), *T. harzianum* TZ 14 + Celest-max (1/4) ve Celest-max (1/4) uygulamaları % 51.63 - % 61.16 koruyuculuk değerleriyle en etkili uygulamalar olarak belirlenmiştir.

Seranın her iki bölümünde de kurulan denemelerde, uygulamaların kökboğazı hastalığını önlemedeki etkilerinde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Celest-max (1/1), *T. asperellum* TZ20 + Celest-max (1/4), *T. hamatum* ÖT16 + celest-max (1/4) uygulamalarının hastalık üzerine etkisinin iki denemede de % 50'yi geçtiği belirlenmiştir.

Seranın ikinci bölümde kurulan denemelerde, yumrular üzerinde sadece pozitif kontrolde yeterince sklerot oluşmuştur. Hastalık şiddeti pozitif kontroldeki yumrulara ortalama % 52.67 ile en yüksek oranda bulunurken, kimyasal ilaçların tam ve çeyrek dozlarının uygulandığı tekerrürlerde hastalık şiddeti % 10'nın altında kalarak en düşük değeri almışlardır. Antagonistlerin tek başına uygulanmasında ise, genellikle pozitif kontrolden sonraki en yüksek hastalık şiddeti değeri bulunmuştur. Uygulamaların patatesten siyah siğil hastalığını önlemedeki etkisi, pozitif kontrol değeriyle karşılaştırıldığında, engelleme % 11.46 ile % 92.12 arasında olduğu belirlenmiştir. Kimyasal ilaçların tam ve çeyrek dozları yumrular üzerinde meydana gelen sklerotların azalmasında en etkili uygulamalar olarak bulunmuştur. Antagonist ve ilaçların ¼ dozlarının birlikte kullanılmasında *T. harzianum* TZ14 + Celest-max en etkili uygulama olmuştur.

İkinci sera denemelerinde, temiz toprakta patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrulara yapılan uygulamaların kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığına etkisi birlikte değerlendirildiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmıştır: 1) İlaçların tam veya çeyrek dozlarının tek başına veya çeyrek

dozlarının antagonistlerle birlikte kullanılması, *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) hariç, yumrularda meydana gelen siyah siğil hastalığını, kökboğazı nekrozu hastalığına göre daha başarılı bir şekilde engellemiştir. 1)Antagonistlerin tek başına uygulamasında *T. harzianum* TZ14' un, her iki hastalık tipinde (kök boğazı nekrozu ve siyah siğil) de % 40'ın üzerinde etki göstererek en etkili antagonist olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar bazı antagonistlerin kök boğazı nekrozunu ve yumrular üzerindeki siyah siğili azalttığını göstermektedir. Bu bulgular daha önce yapılan bazı çalışmaları da desteklemektedir. Örneğin *T. harzianum*' un ve *Trichoderma* spp.'nin diğer strainleri'nin siyah siğili azalttığı ve hem toprak hem de yumru kökenli sklerotların oluşumunu kontrol ettiği bildirilmiştir (Beagle-Ristaino and Papavizas, 1985; Tsrer et al., 2001, Brewer and Larkin, 2005, Grosch et al., 2006). Ancak denemelerde bazı uygulamaların koruyuculuğunda farklılıklar görülmüştür. Örneğin ikinci sera denemelerinin birinci kısmında, kök boğazı nekrozunu engellemede, *T. hamatum* ÖT16 tek başına daha etkili görülürken, ikinci kısmında hem kök boğazı nekrozunda hem de siyah siğil oluşumunda *T. harzianum* TZ14 daha etkili olmuştur. Bu durum farklı inokulum kaynakları üzerinde antagonistlerin etkilerinin farklı olabileceğini düşündürmektedir. Yine çalışmada kullanılan ilaçların ¼ dozları ile antagonistlerin birlikte uygulamasında sinerjik etkinin yeterli oranda oluşmadığı, ilaçların çeyrek dozlarının tek başına uygulamasında ortaya çıkan etkinin biraz yükseldiği görülmüştür. Celest-max' ın ¼ doz uygulanmasında sinerjistik etki diğer uygulamalara göre daha fazla olmuştur. Bu durumun hem Celest-max' ın hastalığı önleme etkisinin

daha yüksek oluşundan, hem de -in vitro duyarlılıklar göz önüne alındığında antagonistlerin daha az etkilenmesinden kaynaklanmış olabileceği kanısına varılmıştır.

Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumrularla temiz toprakta kurulan ikinci sera denemelerinde, gövde enfeksiyonu düzeyi ile hasatta yumrular üzerinde oluşan sklerot yoğunluğu arasında direkt bir ilişki kurulamamıştır. Örneğin *T. hamatum* ÖT16 uygulamasının gövde enfeksiyonuna etkisi, yumru enfeksiyonuna göre daha fazla olmuşken; *T. asperellum* TZ20 uygulamasında bunun tersi görülmüştür. Genel olarak kimyasal ilaçların tam veya çeyrek dozlarının tek başına veya çeyrek dozlarının antagonistlerle birlikte kullanılması, *T. harzianum* LO52 + Rizolex-T (1/4) hariç, yumrulara meydana gelen siyah siğil hastalığını, kökboğazı nekrozu hastalığına göre daha başarılı bir şekilde engelleyebilmiştir. Hall et al. (2000), diğer bazı ilaçlarla (Amistar ve Monceren isimli ticari preparatlar) yaptıkları çalışmada da benzer sonuçları elde etmiştir.

Farklı dönemlerde kurulan her iki sera denemelerinin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde aşağıdaki kanılara varılmıştır:

- Denemelerde AG-4 anastomosis grubu ile bulaşık topraklarda yeni yumrulara sklerot oluşumu meydana gelmemiş; sadece bazı yumrulara hafif şekil bozuklukları görülmüştür. Ayrıca bitkinin dallarının toprağa değen kısımlarında yanıklık ve çürümenin olduğu gözlemlenmiştir. Patojenin sklerotlarıyla bulaşık yumruların kullanıldığı denemelerde ise yeni yumrulara sklerot oluşumu, ikinci sera denemesinde yeterince gerçekleşmiş ve uygulamaların etkisi değerlendirilebilmiştir. İkinci sera denemelerinde yumru oluşum



evresinin soğuk ve nemli döneme denk gelişinin buna neden olduğu kanısına varılmıştır. Yeni yumrulara sklerot oluşumu bitkilerin ölmeye başladığı sezon sonlarında ve özellikle serin ve nemli koşullarda gerçekleşmektedir. Yumruların uzun süre toprakta kalması sklerot sayısının artmasına ve daha fazla gelişmesine neden olmaktadır (Banville et al., 1996). *R. solani* AG 3' ün geleneksel olarak patatesten hastalığa neden olan, konukçuya özelleşmiş tipi olarak bilindiği ve yumru üzerinde oluşan sklerotlardan çoğunlukla AG 3 grubunda izolatlar izole edildiği bildirilmektedir (Carling and Leiner, 1986).

- Çalışmamızda elde edilen bir sonuç da, tohumluğa yapılan bütün kimyasal uygulamaların -eğer bulaşık olmayan toprağa hastalıklı yumru dikimi yapılıyorsa- yumru enfeksiyonunu önemli oranda engellediği ve antagonistlerden üstün olduğu; antagonist uygulamalarında ise -eğer bulaşık toprağa temiz yumru dikiliyorsa- bazı antagonistlerin kimyasal ilaçlar kadar hatta daha yüksek etki gösterdiğidir.

- Denemelerde pozitif kontrol değerleri dikkate alındığında patojen ile bulaştırılmış toprakta ortaya çıkan hastalık şiddeti değeri, yumru bulaşık olduğu zaman ortaya çıkan hastalık şiddeti değerinden daha düşük olmuştur. Birinci sera denemelerinin, patojenle bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan bölümünde pozitif kontrol % 68.83 iken, temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan bölümünde pozitif kontrol % 79.56 olmuştur. Yine ikinci sera denemelerinin patojenle bulaştırılmış toprakta temiz yumrularla kurulan bölümünde pozitif kontrol % 59.37 iken temiz toprakta bulaşık yumrularla kurulan bölümünde pozitif kontrol % 77.37 olmuştur. Bu sonuçlar, daha önce yapılmış bazı çalışmalarda alınan sonuçlarla paralellik göstermemektedir:

Örneğin Demirci ve Eken (1995), Banville et al. (1996) ve Tsrer and Peretz - Alon (2005), genellikle topraktan kaynaklanan inokulumun, yumrudan kaynaklanan inokulumu göre, patates bitkilerinde hastalığı daha şiddetli olarak ortaya çıkarmaktadır. Çalışmamızda, bulaşık yumrularla kurulan denemelerdeki pozitif kontrolde hastalık şiddetinin, bulaşık toprakta kurulandan daha yüksek çıkması, toprağa bulaştırılan patojenin anastomosis grubundan (AG 4) ve sera içi iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. Bazı araştırmacıların bildirdiğine göre, yumru üzerindeki sklerotlardan çoğunlukla AG 3 grubundan izolatlar elde edilmiştir ve AG 3, anastomosis grupları içinde en agresif olanıdır (Carling and Leiner,1986; Carling et al.1989; Demirci ve Döken, 1993). İklim koşullarının özellikle sıcaklık ve nem değerlerinin *R. solani*'nin farklı anastomosis grubundaki strainlerinin bitkide hastalık oluşumu etkilediğini; AG 4'ün ılıman iklimlerde ve daha yüksek sıcaklıklarda (20-25 °C) etkili olduğu; AG 3'ün ise daha düşük sıcaklık (10-15 °C) ve yüksek nemde agresif olduğu bildirilmiştir (Anguiz and Martin, 1989; Carling et al. 1989). Sera denemeleri süresince elde edilen iklim verileri incelendiğinde, ortalama sıcaklıkların AG 3'ün gelişimine daha uygun olduğu (10-20 °C aralığında) görülecektir. Bu nedenle, serada bulaşık yumrularla kurulan denemelerdeki pozitif kontrolde hastalığın daha yüksek şiddette çıkmasının, sıcaklık uyumu ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma boyunca kullanılacak en virulent *R. solani* izolatını seçmek için düzenlenen patojenisite testleri, iklim odasında 22-25 °C lik sıcaklık koşullarda yapılmıştır. Seçilen test patojeninin Skala 3 değerinde sonuç veren izolatlar arasında bulunması, sıcaklık koşullarının uyumundan kaynaklanmış olabilir.

## 6. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER

Patatesin en önemli hastalıklarından biri olan kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığının etmeni olan *R. solani* hem tohum hem de toprak kaynaklı bir fungustur. Toprakta bitki kalıntılarında miselyum halinde veya serbest halde sklerot olarak, yumrulara ise sklerotlarla canlılığını sürdürür ve patatesin stolon ve gövdesinde çürüklüklere yol açarak, bitkide gelişme geriliğine ve büyük verim kayıplarına, yine yumru üzerinde siyah siğiller, çatlama ile şekil bozukluklarına neden olarak kalite ve pazar değeri kayıplarına neden olmaktadır. Belirtiler toprak altı organlarında meydana geldiği için verim kayıplarının önemi genellikle hasat dönemine kadar fark edilmez. Savaşımında kültürel önlemlerinin yanında kimyasal uygulamalar da yapılmaktadır. Ancak biyolojik savaş olanakları üzerinde henüz yeterince durulmamıştır; özellikle ülkemizde bu konudaki çalışmalar yetersizdir.

Bu konuda katkılar yapmayı amaçlayan çalışmamızda bazı temel sonuçlara ulaşılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Topraktan antagonist izolasyonunda "Patojen Kültürünün Tuzak Olarak Kullanılmasıyla Antagonist İzolasyonu" yöntemi ile çok sayıda antagonist izole edilmiş ve bunlar içinde 10 *Trichoderma* türünün Türkiye için ilk kayıt olduğu belirlenmiştir. Yine farklı coğrafik bölgelerden alınacak toprak örnekleriyle yeni antagonistlerin bulunacağı varsayılabilir. Bulunan tür ve izolat sayısının artmasıyla morfolojik karakterlere göre tanımlama zorlaşmakta ve tanımlama işlemi çok uzun zaman almaktadır. Bunun için klasik tanı yöntemleri yanında, DNA

temelli moleküler tekniklerin ülkemizde de yaygın kullanılması ve teşvik edilmesi bir gereklilik olarak görülmektedir.

Çalışmada, antagonistlerin tek başına veya ilaçlarla kombine edildiğinde *Rhizoctonia* kontrolünü yeterince sağlayamadıkları anlaşılmıştır. Yine de patatesten bu patojenle savaşmada potansiyel olabilecekleri belirlenmiştir. Çalışmada izole edilen antagonistlerin sadece bir kısmı, yalnızca patates bitkisinde ve sera koşullarında denenmiştir. Bu çalışmada izole edilen diğer antagonistlerin de araştırmaya alınması; bu çalışmada yüksek performans gösteren izolatlarla tarla denemeleri kurulması; hem patatesten hem de diğer bitkilerde de *R. solani* dahil toprak patojenlerine karşı da denemeleri biyolojik savaş açısından daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

*Rhizoctonia* hastalıklarının çıkışında tohum ya da toprak kökenli inokulumun niceliği çok önemlidir. Üretim amacıyla kullanılan tohumluk yumrular üzerindeki siyah siğillerin veya topraktaki inokulumun yoğunluğu, sezon sonunda alınacak ürünün miktarını ve kalitesini belirlemektedir. Ayrıca, kullanılan kimyasal ilaçların veya antagonistik organizmaların bu hastalıkla savaşta başarı derecesi de toprak ve tohumdaki inokulum yoğunluğuna bağlıdır; bulaşıklık oranı arttıkça başarı şansı azalmaktadır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahmad, J.S. and Baker, R.,** 1987, Rhizosphere Competence of *Trichoderma harzianum*, *Phytopathology* 77: 182-189.
- Anguiz, R. and Martin, C.,** 1989, Anastomosis groups, pathogenicity and other characteristics of *Rhizoctonia solani* isolated from potatoes in Peru. *Plant Dis.* 73: 199-201.
- Anonymous.,** 1983, Control of *Rhizoctonia solani* in potato plants and tubers, Report of long Ashton Research Station, University of Bristol, 100-102 p.
- Anonymous.,** 1996, Patateste gövde kanseri ve siyah siğil (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı standart ilaç deneme metodu, Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metodları. Cilt 2. Ankara.
- Anonymous.,** 1999, Tohumluk Standartları ve Uygulama Esasları, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous.,** 2000, Patates entegre mücadele teknik talimatı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous.,** 2004. [http:// apps.fao.org/faostat](http://apps.fao.org/faostat) 15.05.2005.
- Antal, Z., Manczinger, G., Szakács, R., Tengerdy, P. and Ferenczy, L.,** 2000, Colony growth, in vitro antagonism and secretion of extracellular enzymes in cold-tolerant strains of *Trichoderma* species, *Mycol. Res.* 104: 545-549.
- Bailey, B.A., Bae, H., Strem, M.D., Crozier, J., Thomas, S.E., Samuels, G.J., Vinyard, B.T. and Holmes, K.A.,** 2008, Antibiosis, mycoparasitism, and colonization success for endophytic *Trichoderma* isolates with biological control potential in *Theobroma cacao*, *Biological Control* (Online Early).
- Baker, K.F. and Cook, R.J.,** 1974, *Biological Control of Plant Pathogens*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 433 p.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Banville, J.B., Carling, E.C. and Otrysko, B.E.**, 1996, Rhizoctonia Diseases on Potato. pp. 321-330, in *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular biology, Ecology, Pathology and Disease Control, Edited by. B. Sneh., S. Jabaji-Hare., S. Neate and G. Dijst. Kluwer Academic Publishers, London.
- Beagle-Ristaino, J.E. and Papavizas, G.C.**, 1985, Biological control of Rhizoctonia stem canker and black scurf of potato, *Phytopathology* 75: 560-564.
- Bell, D.K., Weels, H.D. and Markham, C.R.**, 1982, In Vitro Antagonism of *Trichoderma* Species Against Six Fungal Plant Pathogens, *Phytopathology*, 72: 379-382.
- Biçici, M.**, 1983, *Rhizoctonia solani* Kühn'ye karşı antagonist *Trichoderma* türlerinin izolasyonu ve bazı fungusitlerin etkinlikleri, *Doğa Bilim Dergisi*, Tarım ve Ormancılık, 7:95-106.
- Biçici, M. ve Erkiş, A.**, 1986, Patateste siyah kabukluluk ve gövde kanseri yapan *Rhizoctonia solani* Kühn'nin integrale kontrolü, *Doğa*, 10, (2): 149-173.
- Boosalis, M.G. and Scharen A.L.**, 1959, Methods for microscopic detection of *Aphaanomyces euteiches* and *Rhizoctonia solani* and for isolation of *Rhizoctonia solani* associated with plant debris, *Phytopathology*, 49: 192-198.
- Boosalis, M.G.**, 1964, Hyperparasitism, *Annual Review of Phytopathology*, 2, 363-376.
- Bora, T. ve Özaktan, H.**, 1998, Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş, Prizma matbası. İZMİR. 205 s.
- Brewer, M.T. and Larkin, R.P.**, 2005, Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato, *Crop Protection*, 24: 939-950.

### KAYNAKLAR (devam)

- Campion, C., Chatot, C., Peraton, B. and Andrivon, D.,** 2003, Anastomosis groups, pathogenicity and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia solani* isolates collected on potato crops in France, *European Journal of Plant Pathology*, 109, (9):983-992.
- Carling, D.E. and Leiner, R.H.,**1986, Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani*-like fungi from aerial stems and subterranean organs of potato plants, *Phytopathology* 76:725-729
- Carling, D.E. and Leiner, R.H.,**1990, Virulence of isolates of *Rhizoctonia solani* AG-3 collected from potato plant organs and soil, *Plant disease*, 74: 901-903.
- Carling, D.E., Leiner, R.H. and Westphale P.C.,** 1989, Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG 3. *Am. Potato J.* 66: 693-701.
- Carling, D.E., Rothrock, C.S., Macnish, G.C., Brainard, M.W. and Winters, S.W.,** 1994, Characterization of Anastomosis Group 11 (AG-11) of *Rhizoctonia solani*, *Phytopathology*, 84, 1387-1393.
- Carling, D.E., Kuninaga, S. and Brainard, K.A.,** 2002, Hyphal anastomosis reactions, rDNA internal transcribed spacer sequences and virulence levels among subsets of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2 (AG2) and AG-BI. *Phytopathology*, 92: 43-50.
- Chet, I. and Baker, R.,** 1980, Induction of Suppressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil, *Phytopathology*, 70: 994-998.
- Chet, I. and Baker, R.,** 1981, Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive to *Rhizoctonia solani*, *Phytopathology*, 71: 286-290.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Chet, I., Elad, Y., Kalfon, A., Haydar, Y. and Katan, J., 1982,** Integrated control of soilborne and bulbborne pathogens in iris, *Phytoparasitica*, 10, 229-236.
- Cook, R. J. and Baker, K.F., 1983,** The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens, APS, SZ Paul, Minnesota, 639 p.
- Çeliker, N.M. ve Nemli, T., 1994,** Investigation on biocontrol of white root rot (*Rosellinia necatrix*) Hartig) Berlese, Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi 25-28 Ocak.
- Danielson, R.M. and Davey, C.B., 1973,** The abundance of Trichoderma propagules and the distribution of species in forest soils, *Soil Biol. Biochem*, 5: 484-495.
- Delen, N., Özbek, T. ve Yıldırım, İ., 1991,** Effectiveness of tolchlofos-methyl to *Rhizoctonia solani*, *J. Turk. Phytopath.* 20 (2-3): 113.
- Demirci, E. ve Döken, M.T., 1993,** Anastomosis group and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates from potatoes in Erzurum. *J.Turk. Phytopath.* 22: 95-102.
- Demirci, E. ve Eken, C., 1995,** Patateste *Rhizoctoni solani* Kühn'nin topraktan ve yumrudan kaynaklanan inokulumunun hastalık şiddetine etkisi, VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi,. 39-43 s, Adana.
- Dennis, C. and Webster, J., 1971,** Antagonistik properties of species-groups of *Trichoderma*. I. Production of non-volatile Antibiotics, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 57: 25-39.
- Dhingra, O.D.and Sinclair, J.B., 1986.** Basic Plant Pathology Methods, CRC Press,Inc. Boca Raton, Florida.



### KAYNAKLAR (devam)

- Djonovic, S., Vittone, G., Herrera, A.M. and Kenerley, C.M.,** 2007, Enhanced biocontrol activity of *Trichoderma virens* transformants constitutively coexpressing  $\beta$ -1,3- and  $\beta$ -1,6- glucanase genes, *Molecular Plant Pathology*, 8(4), 469-480.
- Elad, Y., Chet, I. and Katan, J.,** 1980, *Trichoderma harzianum* a biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*, *Phytopathology*, 70, 119-121.
- Elad, Y., Barak, R., Chet, I. and Heris, Y.,** 1983, Ultrastructural studies of the interaction between *Trichoderma* spp. and plant pathogenic fungi, *Phytopath. Z.*, 107 (2): 168-175.
- Errampalli, D., Peters, R.D., MacIsaac, K., Darrach, D. and Boswall, P.,** 2006, Effect of a combination of chlorine dioxide and thiophanate-methyl pre-planting seed tuber treatment on the control of black scurf of potatoes, *Crop Protection*, 25: 1231-1237.
- Esposito, E. and Silva, M.,** 1998, Systematics and Environmental Application of the Genus *Trichoderma*, *Critical Reviews in Microbiology*, 24 (2): 89-98.
- Garibaldi, A. and Gullino, M.L.,** 1995, Focus on critical issues in soil and substrate disinfestation towards the year 2000. *Acta Hort.* 382, 21-36.
- Gloria, I., Roberti, R., Montanari, M. and Zakrisson, E.,** 2003, Efficacy of microorganisms antagonistic to *Rhizoctonia cerealis* and their cell wall degrading enzymatic activities, *Mycological Research*, 107 (4): 421-427.
- Grosch, R., Scherwinski, K., Lottmann, J. and Berg, G.,** 2006, Fungal antagonists of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*: selection, control efficacy and influence on the indigenous microbial community, *Mycological Research*, 110 (12): 1464-1474.

### KAYNAKLAR (devam)

- Grosch, R., Lottmann, J., Rehn, V.N.C., Rehn, K.G., Mendonça-Hagler, L., Small, K. and Berg, G., 2007,** Analysis of antagonistic interactions between *Trichoderma* isolates from Brazilian weeds and the soil-borne pathogen *Rhizoctonia solani*, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 114 (4): 167-175.
- Hall, B., Davies, K. and Wicks, T., 2000,** Biological and chemical control of *Rhizoctonia*, [www.sardi.sa.gov.au /pages/ horticulture/ pathology](http://www.sardi.sa.gov.au/pages/horticulture/pathology)
- Harman, G.E., 2000,** Myths and dogmas of biocontrol: Changes in perceptions derived from research on *T. harzianum* T-22, *Plant Dis.* 84: 377-393.
- Harris, R.I., Greig, R.J. and Atkinson, R.J., 1988,** Potato tuber disease control by seed treatment with tolclofos methyl/prochloraz manganese chloride mixtures, Brighton Crop Protection Conference, Pest and Diseases, 3: 901-906.
- Hide, G.A. and Firmager, J.P., 1989,** Effects of soil temperature and moisture on stem canker (*Rhizoctonia solani*) disease of potatoes, *Potato Research*, 32: 75-80.
- Hoitink, H.A.J., Stone, A.G. and Han, D.Y., 1997,** Suppression of plant diseases by composts, *HortScience*, 32: 184-187.
- İren S., Maden, S., Katircioğlu, Z. ve Erzurum, K., 1988,** *Trichoderma* species determined in Turkey. *J. Turk. Phytopathol.* 17, (3), s.107.
- Jaklitsch, W.M., Samuels, G.J., Dodd, S.L., Lu, B.S. and Druzhinina, İ.S., 2006,** *Hypocrea rufa/Trichoderma viride*: a reassessment, and description of five closely related species with and without warted conidia, *Stud Mycol.* 56: 135-177.
- Jager, V. and Velvis, H., 1983,** Suppression of *Rhizoctonia solani* in potato fields, *Netherlands Journal of plant pathology*, 89: 141-152.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Jager, V. and Velvis, H.,** 1988, Inactivation of sclerotia of *Rhizoctonia solani* on potato tubers by *Verticillium biguttatum*, a soil-borne mycoparasite, *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 94: 225-231.
- Jager, V. and Velvis, H.,** 1996, Biological destruction of conidia of *Verticillium biguttatum*, *European Journal of Plant Pathology*, 102: 623-633.
- Jager, G., Velvis, H., Lamers, J.G., Mulder, A. and Roosjen, J.,** 1991, Control of *Rhizoctonia solani* in potato by biological, chemical integrated measures. *Potato-Research* 34: 269-284.
- Johnson, L. F., Curl, E.A., Bond, J.D. and Fribourg, H.A.,** 1960, Metod for studying soil microflora, Plant diseases relationship (2nd printing), Burgess publishing company, Minneapolis.
- Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L. and Nagy, E.,** 2001, Breeding of mycoparasitic *Trichoderma* strains for heavy metal resistance, *Lett Appl Microbiol.* 33: 112-116.
- Kredics, L., Antal, Z., Manczinger, L., Szekeres, A., Kevei, F. and Nagy, E.,** 2003, *Trichoderma* strains with biocontrol potential, *Food Technol. Biotechnol.* 41 (1) 37-42.
- Kyritsis, P. and Wale, S.J.,** 2002, Effect of mycelial inoculum level and cultivar susceptibility on *Rhizoctonia solani* development on potato stems and seed tubers, The BCPC Conference Pests And Diseases, 8C-10: 761-764.
- Lewis, J.A., Fravel, D.R., Lumsden, R.D. and Shasha, B.S.,** 1995, Application of biocontrol fungi in granular formations of pregelatinized starch-flour to control damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani*, *Biol. Control* 5, 397-404.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Lewis, J.A. and Larkin, R.P.**, 1997, Extruded granular formulation with biomass of biocontrol *Gliocladium virens* and *Trichoderma spp.* to reduce damping-off of eggplant caused by *Rhizoctonia solani* and saprophytic growth of the pathogen in soil-less mix. *Biocontrol Sci. Technol.* 7, 49-60.
- Lewis, J.A., Larkin, R.P. and Rogers, D.L.**, 1998, A formulation of *Trichoderma* and *Gliocladium* to reduce damping-off by *Rhizoctonia solani* and saprophytic growth of pathogen in soilless mix, *Plant Dis*, 82, 501-506.
- Little G, Marquinez, R. and Cooke, L.R.**, 1988, The response of twelve potato cultivars to infection with *Rhizoctonia solani*. Tests of Agrochemicals and Culivars 9, *Ann. Appl. Biol.* 112: 88-89
- Lockwood, J.L.**, 1977, Fungistatis in Soil, *Biol. Rev*, 52: 1-43.
- Lorita, M., Woo, S.L., Fernandez, I.G, Collucci, G., Harman, G. E., Pintor-Toros, J.A., Filippone, E., Muccifora, S., Lawrence, C.B., Zoina, A., Tuzun, S. and Scala, F.**, 1998, Genes from mycoparasitic fungi as a source for improving plant resistance to fungal pathogens, *Proc. Natl. Asad. Sci.* 95:7860-7865.
- Marouli, E.İ. and Tzavella, K.K.**, 2002, Control of *Rhizoctonia solani* Kühn. damping-off in tomato seedbeds using alternative methods to Methyl bromide. *Acta Hort.* (ISHS) 579:517-520.
- Karman, M.**, 1971, Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler "Denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları", Zırai M¼cadele ve Zırai Karantina Genel m¼d¼rl¼ę¼ Yayınları, Bornova, 279s,
- Papavizas, G.C.**, 1985, *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology, and potential for biocontrol, *Ann. Rev. Phytopathol.* 23: 23-54.
- Papavizas, G.C., Lewis, J. A. and Abd-El Moity, T.H.**, 1982, Evaluation of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerance to benomyl and enhanced biocontrol capabilities, *Phytopathology*, 72:126-132.

### KAYNAKLAR (devam)

- Popkova, K.V. and Koshechkina, V.N.**, 1978, Some biological characteristics of the causal agent of black scab of potato. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokozyaistvennoi Akademi*, 5: 152-158.
- Read, P.J., Hide, G.A., Firmager, J.P. and Hall, S.M.**, 1989, Growth and yield of potatoes as affected by severity of stem canker (*Rhizoctonia solani*), *Potato Res.* 32:9-15.
- Réczey, K., Szengyel, R. and Zacchi, G.**, 1996, Cellulase production by *T-reesei*, *Bioresource Technol.* 57: 25-30.
- Rey, M., Delgado, J.J., Rincon, A.A., Limon, M.C. and Benitez, T.**, 2000, Improvement of *Trichoderma* strains for biocontrol, *Revista Iberoamericana de Micologia* 17:31-36.
- Roy, A.K.**, 1989, Biological control of *Rhizoctonia solani*, *Perspectives in Plant Pathology*, 391-407.
- Samuels, G.J.**, 2006, *Trichoderma*: Systematics, the Sexual State, and Ecology, *Phytopathology*, 96: 195-206.
- Samuels, G.J., Petrino, O., Kuhls, K., Lieckfeldt, E. and Kubicek, CP.**, 1998, The *Hypocrea schweinitzii* complex and *Trichoderma* sect. *Longibrachiatum*. *Studies in Mycology* 41: 1-54
- Santamarina, M.P., Roselló, J.**, 2006, Influence of temperature and water activity on the antagonism of *Trichoderma harzianum* to *Verticillium* and *Rhizoctonia*, *Crop Protection*, 25: 1130-1134.
- Secor, G.A. and Gudmestad, N.C.**, 1999, Managing fungal diseases of potato. *Can. J. Plant Pathol.* 21: 213-221.
- Sneh, B.**, 1996, Non pathogenic Isolates of *Rhizoctonia spp.* (np-R) and their role in biological Control, 473-483 p, in *Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular biology, Ecology, Pathology and Disease Control*, Edited by. B. Sneh., S. Jabaji-Hare., S. Neate and G. Dijst. Kluwer Academic Publishers, London.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Sneh, B. S.**, 1999, Biological control of *Rhizoctonia* diseases. 2. Use of non- pathogenic isolates of *Rhizoctonia* in biological control, *Phytopathologica*, 25:102-106.
- Strashnow, Y., Elad, Y., Sivan, A. and Chet, I.**,1985, Integrated control of *Rhizoctonia solani* by methyl bromide and *Trichoderma harzianum*. *Plant Pathol.* 34 : 146-151.
- Trillas, M.I., Cotxarrera, C.E., Borrero, O.J. and Avilès, C.**, 2006, Composts from agricultural waste and the *Trichoderma asperellum* strain T-34 suppress *Rhizoctonia solani* in cucumber seedlings, *Biol. Control* 39: 32-38.
- Truter, M. and Wehner, F.C.**, 2004, Anastomosis grouping of *Rhizoctonia solani* associated with black scurf and stem canker of potato in South Africa, *Plant Diseases*, 88: 83-88.
- Tsrer, L., Barak, R. and Sneh, B.**, 2001, Biological control of black scurf on potato under organic management, *Crop Protection*, 20, (2): 145-150.
- Tsrer, L. and Peretz-Alon, I.**, 2005, The Influence of the Inoculum Source of *Rhizoctonia solani* on development of black scurf on potato. *Journal of Phytopathology*, 153: 240-244.
- Turak, S.**, 1997, Erzincan ili fasulye ekim alanlarında kök çürüklüğü oluşturan fungal etmenlerin belirlenmesi ve bunların bazı fasulye çeşitlerinde patojeniteleri ile antagonist *Trichoderma* türleri ile etkileşimlerinin incelenmesi, [www.erkincanbk.gov.tr/sb32.htm](http://www.erkincanbk.gov.tr/sb32.htm).
- Tüncer, G. ve Erdiler, G.**, 1990, The Identification of *Rhizoctonia solani* Kühn anastomosis groups isolated from potato and some other crops in central anatolia, *J. Turk Phytopath.*,19: 89-93.
- Turhan, G.**, 1973, Fungi isolated from the roots of diseased vegetable seedlings, *J. Turkish Phytopath.*2: 100-112.

### KAYNAKLAR (devam)

- Turhan G.**, 1981, A new race of *Streptomyces ochraceiscleroticus* in the biological control of some soil borne plant pathogenes I. Effects of the isolate C/2-9 on some of the most important Six Fungi in Vitro, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 88: 373-381.
- Turhan, G.**, 1990, Further hyperparasites of *Rhizoctonia solani* Kühn as promising candidates for biological control, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 97: 208-215.
- Turhan, G.**, 1992, Unterdrückung des *Rhizoctonia*-Befalls durch einen neuen Mykoparasiten, *Stachybotrys elegans*, 48. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen (FRG).
- Turhan, G.**, 1994, *Cylindrocarpon olidum* (Wollenw.) Wollenw var. *olidum* als starker Antagonist gegen Pilze und ein neuer Kandidat für die biologische Bekämpfung 49. Deutsche Pflanzenschutztagung, Heidelberg(FRG).
- Turhan,G. and Grossmann, F.**, 1988, Antagonistic activity of *Neocosmospora vasinfecta* var. *africana* (Von Arx ) Cannon and Hawksworth against soil borne fungi, *Journal of Phytopathology* 123:199-206.
- Turhan,G. and Grossmann, F.**, 1989, Antifungal and antibacterial activity of *Acrophialophora levis* Samson and Tariq Mahmood, *Journal of Phytopathology* 124: 200-206.
- Turhan,G. and Grossmann, F.**, 1994, Antagonistic activity of five *Myrothecium* species against fungi and bacteria, *Journal of Phytopathology*, 140: 97-113.
- Turhan G. ve Turhan, K.**, 1989, Suppression of damping- Off on pepper caused by *Pythium ultimum* Trow and *Rhizoctonia solani* Kühn by some new antagonists in comparison with *Trichoderma harzianum* Rifai. *Journal of Phytopathology* 126:175-182.
- Turhan G. ve Turhan K.**, 1993, The long-term biological suppression of *Rhizoctonia* disease of bean by some new mycoparasites, 6. International Congress of Plant Pathology, Montreal.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Van den Boogert, P.H.J.F. and Lutikholt, A.J.G.**, 2004, Compatible biological and chemical control systems for *Rhizoctonia solani* in potato, *European journal of plant pathology*, 110:111-118.
- Vinale, F., Marra, R., Scala, F., Ghisalberti, E.L., Lorita, M. and Sivasithamparam, K.**, 2006, Major secondary metabolites produced by two commercial *Trichoderma* strains active against different phytopathogens, *Letters in Applied Microbiology*, 43: 143-148
- Virgen Callerus, G., Olalde, V. and Carling, D.E.**, 2000, Anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* on potato in central Mexico and potential for biological and chemical control, *American Journal of Potato Research*, 77: 219-224; 31 ref.
- Weindling, R.**,1932, *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi, *Phytopathology*, 22:837-845.
- Weindling, R.**,1934, Studies on lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi, *Phytopathology*, 24:1153-1179.
- Weindling, R.**,1937, Isolation of toxic substances from the culture filtrates of *Trichoderma* and *Gliocladium*, *Phytopathology*, 27:1175-1177.
- Weindling, R.**,1941, Experimental consideration of the mold toxin of *Gliocladium* and *Trichoderma*, *Phytopathology*, 31:991-1003.
- Weindling, R., and Emerson, O.H.**,1936, Isolation of toxic substances from the culture filtrate of *Trichoderma*, *Phytopathology*, 26:1068-1070.
- Weinhold, A.R. and Bowman, T.**,1982, *Rhizoctonia* disease of potato. Effect on yield and control by seed tuber treatment, *Plant Dis.* 66:815-818.



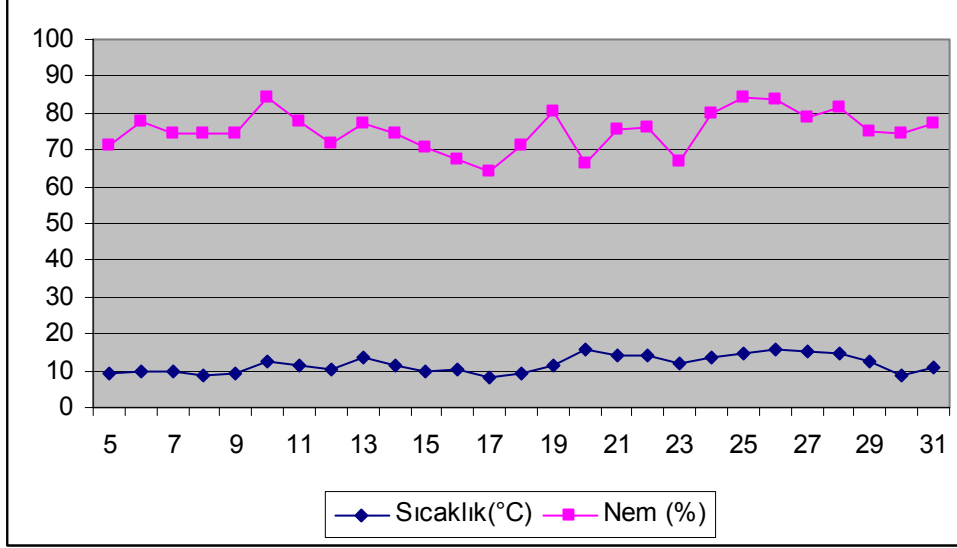
**KAYNAKLAR (devam)**

- Wicks, T.J., Morgan, B. and Hall, B.,** 1995, Chemical and biological control of *Rhizoctonia solani* on potato seed tubers, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 35: 661-664.
- Wicks, T.J., Morgan, B. and Hall, B.,** 1996, Influence of soil fumigation and seed tuber treatments on the control of *Rhizoctonia solani* on potatoes, *Aust. J. Exp. Ag.* 36: 339-45.
- Wilhelm, M.S.,** 1973, Principles of biological control of soil-borne plant disease, *Soil Biol. Biochem.* 5: 729-737.
- Wilson, P.S., Ketola, E.O., Ahvenniemi, P.M., Lehtonen, M.J. and Volkanen, P.T.,** 2008, Dynamics of soilborne *Rhizoctonia solani* in the presence of *Trichoderma harzianum* : effects on stem canker, black scurf and progeny tubers of potato, *Plant Pathology*, 57 (1): 152-161
- Yanar, Y., Yılmaz, G., Coşkun, Ş. ve Çeşmeli, İ.,** 2005, Patates çeşitlerinin *Rhizoctonia solani* Kühn'nin neden olduğu siyah kabukluluk hastalığına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi, G.O.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (2), 19-22.

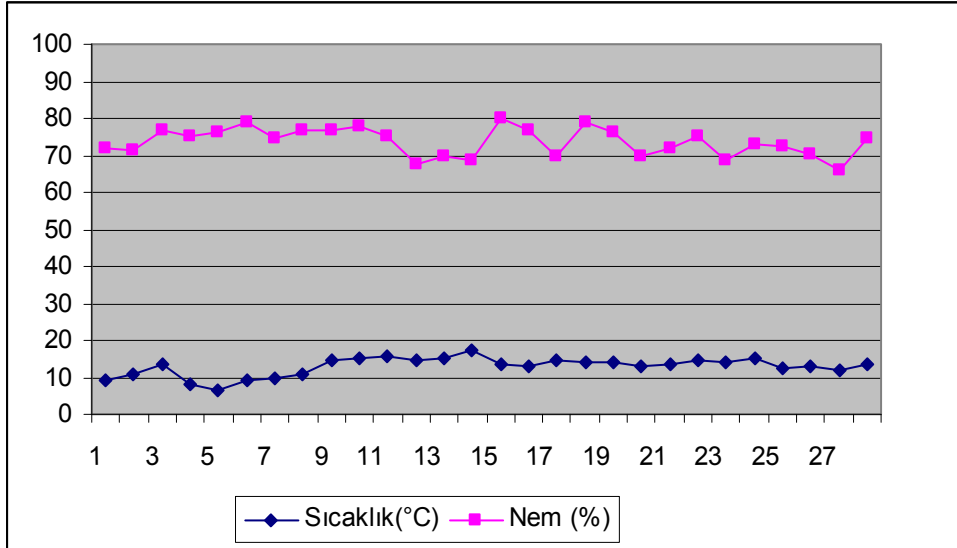
## EKLER

Ek Çizelge 1 Antagonist izolasyonu için seçilen toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

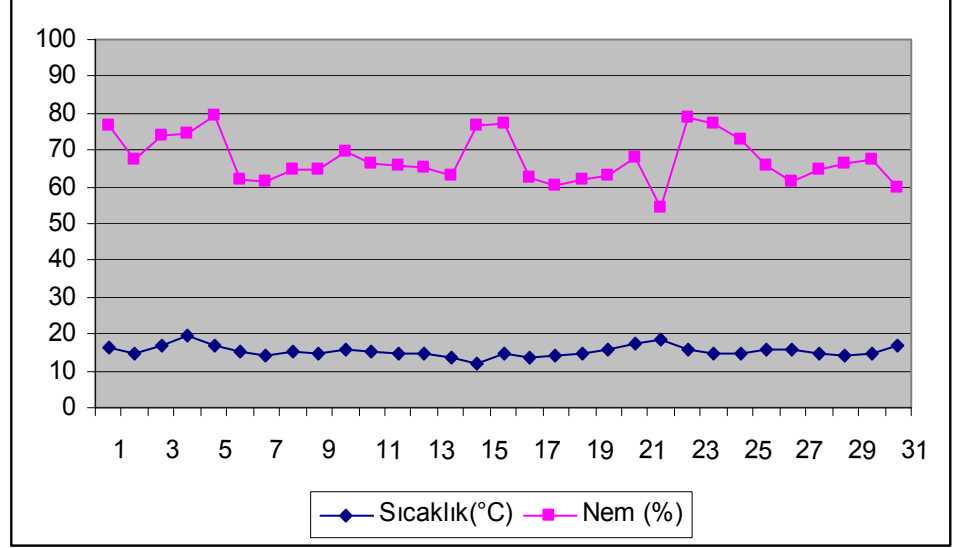
Toprak Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	Antagonist İzolasyonunda Kullanılan Toprak Örneklerinin Alındığı Bölgeler								
	Ödemiş	Keban	T.Gölü	K.dağ	A.ova	G.Orman	B.dağı	V.Gölü	P.kale
pH	5.80	7.53	7.33	6.06	5.79	6.77	4.22	7.22	7.47
Tuz (%)	0.090	0.060	0.097	0.075	0.032	0.078	0.121	0.030	0.030
Kireç (%)	1.28	1.44	13.16	0.84	0.88	1.44	0.92	3.48	85.12
O.madde(%)	0.36	0.47	1.82	2.29	0.57	8.01	2.60	0.73	2.29
Bünye	Tınlı	Kumlu	Tınlı	Tınlı	Kumlu	Killi-Tınlı	Tınlı	Kumlu	Tınlı
N (%)	0.084	0.017	0.095	0.140	0.039	0.23	0.162	0.017	0.106
K (ppm)	70.0	50.0	430.0	400	55.0	120.0	120.0	200.0	45.0
P (ppm)	10.03	10.14	2.34	0.04	9.07	2.07	12.76	2.11	1.04
Mg	140	548	774	292	180	1026	180	110	168
Ca	500.5	1921.8	4203.9	1341.3	560.5	1161.1	560.3	1981.9	3002.6
Na	38.6	192.8	5013.8	9.6	28.9	28.93	67.5	33.8	19.3
Fe	39.2	5.86	0.95	26.54	36.58	45.86	296.2	7.98	5.64
Zn	1.66	0.30	0.56	1.30	0.84	4.18	6.56	0.40	0.78
Mn	23.6	1.18	10.76	18.26	20.10	35.46	44.08	4.74	2.86
Cu	1.05	0.41	0.76	2.07	0.53	1.66	1.74	0.14	0.15



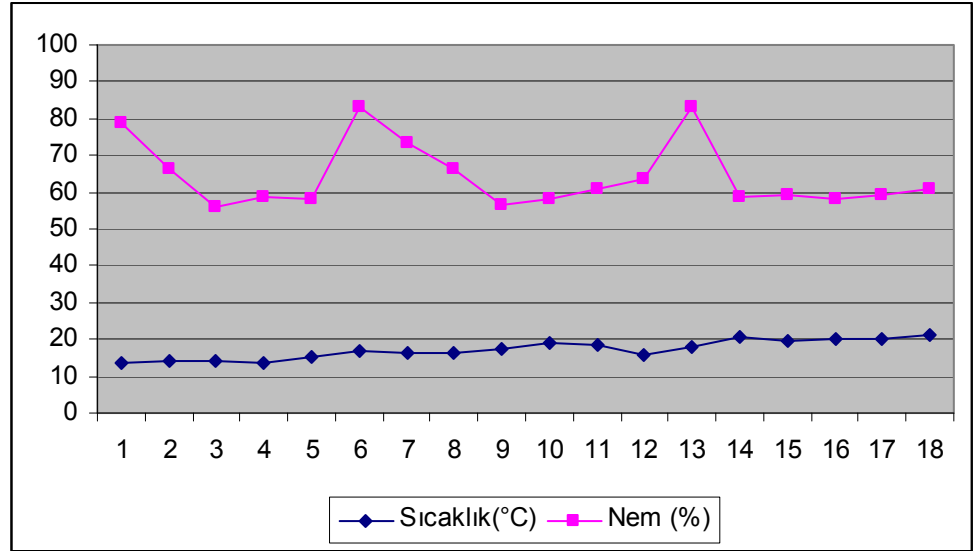
**Ek Şekil 1.** Birinci Sera Denemelerinde Ocak 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



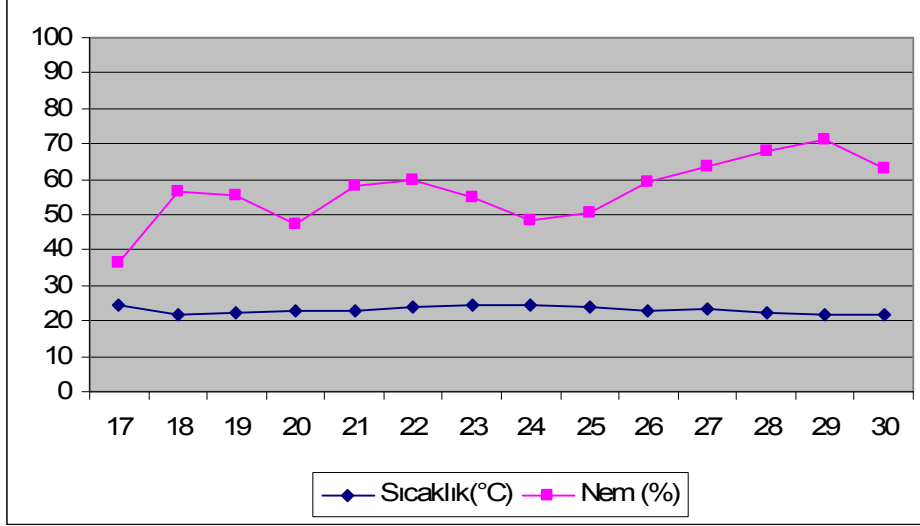
**Ek Şekil 2.** Birinci Sera Denemelerinde Şubat 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



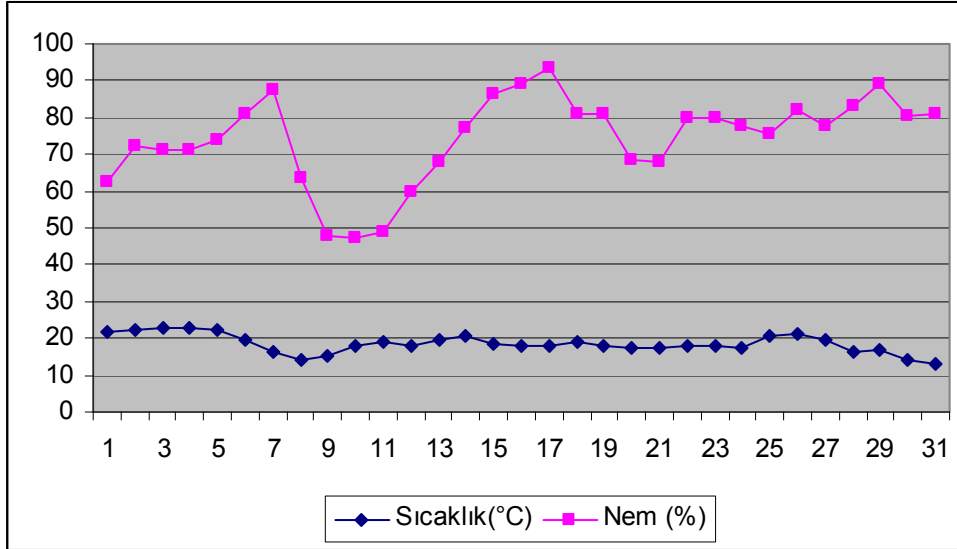
**Ek Şekil 3.** Birinci Sera Denemelerinde Mart 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



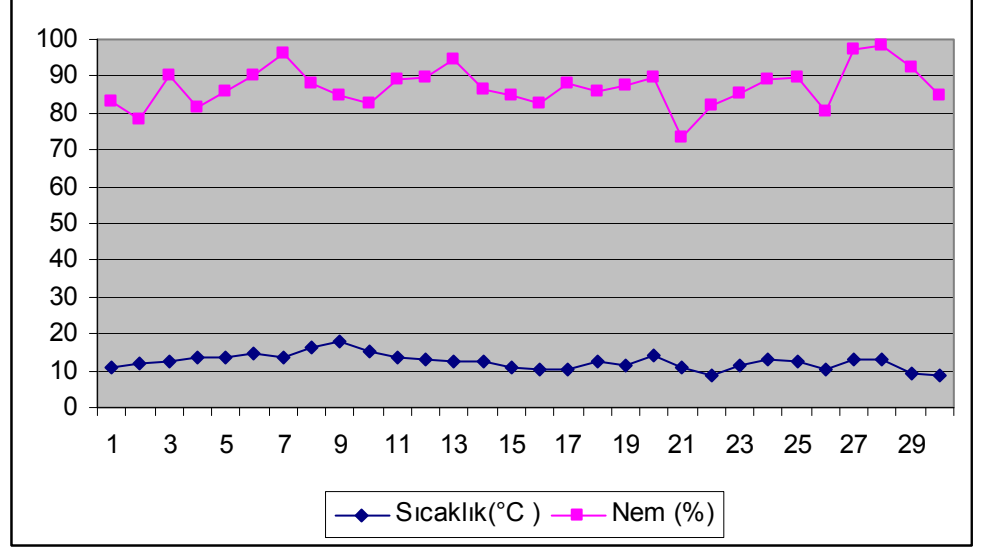
**Ek Şekil 4.** Birinci Sera Denemelerinde Nisan 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



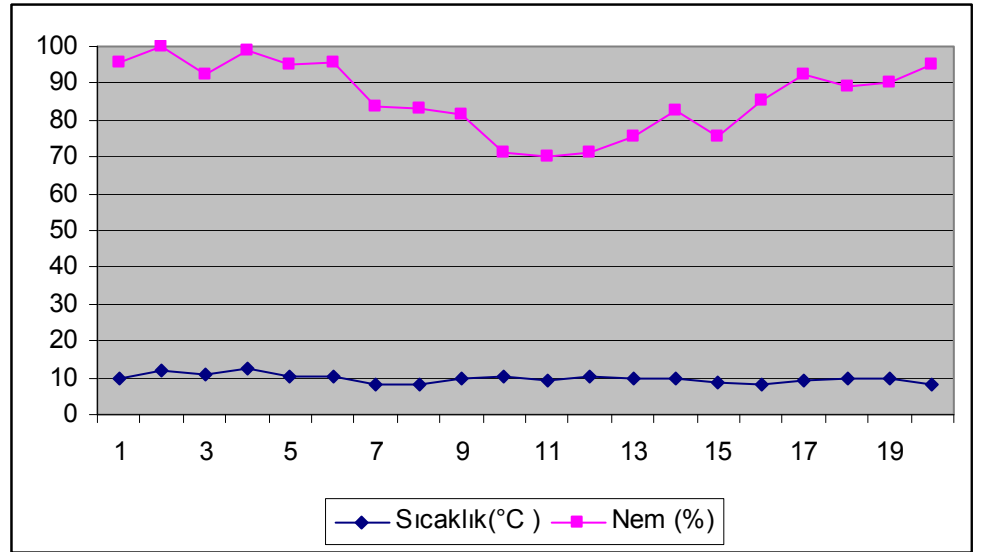
**Ek Şekil 5.** İkinci Sera Denemelerinde Eylül 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



**Ek Şekil 6.** İkinci Sera Denemelerinde Ekim 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



**Ek Şekil 7.** İkinci Sera Denemelerinde Kasım 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri



**Ek Şekil 8.** İkinci Sera Denemelerinde Aralık 2007'ye ait ortalama sıcaklık ve nisbi nem değerleri

## ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Diyarbakır'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Diyarbakır da tamamladıktan sonra, 1987 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne girdi ve 1991 yılında mezun oldu. 1995-1998 yılları arasında Dicle üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında “Güneydoğu Anadolu Bölgesi Kökenli Mercimek Hatlarının Kökboğazı Çürüklüğü Hastalığı (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*)’na Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi” isimli yüksek lisans çalışmasını tamamladı. 1999-2004 yılları arasında Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü’nde çalıştı. 2004 yılından beri Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü’nde Fitopatoloji şubesinde Yemelik Baklagiller ve Sebze hastalıkları konusunda çalışmaktadır.