

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**BAZI FUNGİSİTLERİN DOMATESTE FUSARIUM
KÖK VE KÖK BOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ (*Fusarium
oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis &
Shoemaker)'NE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Gizem KÜÇÜKKAYA

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Necip TOSUN

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.03.01

Sunuş Tarihi: 24.12.2012

Bornova-İZMİR

2012

Gizem KÜÇÜKKAYA tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “**Bazı Fungisitlerin Domateste Fusarium Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker)’ne Etkinliklerinin Araştırılması**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 24.12.2012 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Necip TOSUN

Raportör Üye : Doç. Dr. İbrahim DUMAN

Üye :Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TÜRKÜSAY

İmza

.....
.....
.....

ÖZET

BAZI FUNGİSİTLERİN DOMATESTE FUSARIUM KÖK VE KÖK BOĞAZI ÇÜRÜKLÜĞÜ (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker)'NE KARŞI ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

KÜÇÜKKAYA, Gizem

Yüksek Lisans Tezi, Bitki KorumaAnabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Necip TOSUN

Aralık 2012, 85 sayfa

Toprak kökenli bir patojen olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *Fusariumoxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*(FORL) hem örtü altı hem de açık alanda domates yetiştiriciliğinde önemli ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Bu çalışmada bazı bitki koruma ürünlerinin FORL'ye biyolojik etkinliği, virulensi yüksek izolatlar ile *in vitro* ve *in vivo* testleri ile değerlendirilmiştir. FORL'nin miselyal gelişimine olan etkililiklerinin araştırıldığı *in vitro* test sonuçlarına göre; prochloraz (%50) 1 µg/ml MIC değeri ve ortalama %95.16 etki ile en etkili bulunurken bunu prothioconazole+tebuconazole (250g/L+150g/L) 40 µg/ml MIC değeri ve %95.78 etki ile izlemiştir. Fludioxonil (100g/L) ise miselyal gelişimi %82.07 oranında engelleyerek >250 µg/ml MIC değeri hesaplanırken, fludioxonil+metalaxyl-M (25g/L+10g/L) >250 µg/ml MIC değeri ve %79.03 etki göstermiştir. Azoxystrobin (250g/L) fungistatik etki göstererek %68.93 etki ve >250 µg/ml MIC değeri ile miselyal gelişimi en düşük oranda engellemiştir. Bir bitki aktivatörü olan *Lactobacillus acidophilus* (781.18g/L) %0.8 dozunda %93.04 etki ve %1 MIC değeri ile etkili bulunmuştur. Söz konusu preparatların *in vivo* denemeleri İzmir ve Antalya'da fide bandırma uygulamaları şeklinde saksı koşullarında yürütülmüş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre, prochloraz sırasıyla ortalama %94.35 ve %92.59 etki ile FORL'ye karşı en yüksek etkiyi göstermiştir. Prothioconazole+tebuconazole uygulamasında sırasıyla ortalama %91.20 ve %88.13 ile yüksek etki elde edilmiştir. *L.acidophilus* uygulaması ise sırasıyla ortalama %88.91 ve %86.84 etki ile hastalığı kontrol etmede başarılı olmuştur. Fludioxonil uygulanan bitkilerde hastalık sırasıyla ortalama %73.19 ve %71.65 oranlarında engellenirken, fludioxonil+metalaxyl-M

uygulamasý sırasıyla ortalama %52.49 ve %55.75 ile düşük etki göstermiştir. *In vitro* sonuçlarına paralel olarak en düşük etki, sırasıyla ortalama %30.53 ve %35.40 ile azoxystrobin uygulamasından elde edilmiştir. Sonuç olarak, FORL'ye karşı özellikle bitki aktivatörlerinin de kullanılacağı, etkili, ekolojik ve ekonomik bir ilaçlama programı için prochloraz, prothioconazole+tebuconazole ve *L. acidophilus* içeren preparatlarla pratikte yapılabilecek kombinasyonların fide bandırma yönteminde başarılı olabileceği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Domates, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, fungusit, bitki aktivatörü, fide bandırma.

ABSTRACT

**EFFICACIES OF SOME FUNGICIDES ON FUSARIUM CROWN AND
ROOT ROT (*FUSARIUM OXYSPORUM* F.SP. *RADICIS-LYCOPERSICI*
JARVIS & SHOEMAKER) OF TOMATO**

KUCUKKAYA, Gizem

MSc in Plant Protection.

Supervisor: Prof. Dr. NecipTOSUN

December 2012, 85 pages

Crown and root rot disease caused by soil-borne pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL) could result in potential economical losses in both greenhouse and open field tomato growing. In this study, effectiveness of biological activities of some plant protection products to FORL were being evaluated with high virulent isolates *in vitro* and *in vivo* trials. As to test results of inhibition on mycelial growth of FORL *in vitro*, prochloraz (50%) was found the most effective with average 95.16% and 1 µg/ml MIC value, followed by prothioconazole+tebuconazole (250g/L+150g/L) with 95.78% inhibition and 40 µg/ml MIC value. While fludioxonil (100g/L) inhibited mycelial growth at 82.07% and >250 µg/ml MIC value was calculated, fludioxonil+metalaxyl-M (25g/L+10g/L) showed 79.03% effectiveness with >250 µg/ml MIC value. Azoxystrobin (250g/L) did inhibit mycelial growth at the lowest rate at 68.93% and >250 µg/ml MIC value expressing fungistatic effect. *Lactobacillus acidophilus* (781.18g/L) resulted in 93.04% inhibition at 0.8% concentration with 1% MIC value. *In vivo* trials were carried out both Izmir and Antalya as seedling dipping application at pot conditions with the products in question and statistically evaluated. The results exhibited that prochloraz had the highest efficacies to FORL with average 94.35% and 92.59% effects, at two locations respectively. Also, high efficacies were obtained from prothioconazole+tebuconazole application with average 91.20% and 88.13%, respectively. Treatments with *L. acidophilus* successfully controlled the pathogen with average effects of 88.91% and 86.84%, respectively. While fludioxonil applications prevented from the disease at average of 73.19% and 71.65%, respectively, fludioxonil+metalaxyl-M had the low efficacies as average of

52.49% and 55.75%, respectively. In parallel to *in vitro* results, the lowest efficacies were received from azoxystrobin treated seedlings as average of 30.53% and 35.40%, respectively. In conclusion, it is concluded that fungicide and plant activator combinations including prochloraz, prothioconazole+tebuconazole and *L. acidophilus* control of FORL with seedling dipping method could be used in practice as effective, ecological and economical application program.

Keywords: Tomato, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, fungicide, plant activator, seedling dipping.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın seçiminde, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen ve her konuda tecrübeleriyle bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Necip TOSUN'a sonsuz şükranlarımı sunarım. Gerek yazım gerekse laboratuvar ve sera çalışmalarımnda benden yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TÜRKÜSAY'a teşekkür ederim. Ayrıca tez yazımım sırasında bana yol gösteren Doç. Dr. İbrahim DUMAN'a ve istatistiksel değerlendirmelerde bana yardımcı olan Prof. Dr. Eftal DÜZYAMAN'a ve değerli bilgilerini benimle paylaşan Prof. Dr. Gülay TURHAN'a teşekkür ederim. Referans izolat temininde yardımcı olan Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu-Adana'da görevli Dr. Ayşegül ÇOLAK'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca her aşamasında bana yardımcı olan Dr. Lalehan YOLAGELDİ, Arş. Gör. Sinan YİĞİT, Zir.Yük. Müh. Asuman ERGÜN ve Zir. Müh. Altan KAPSIZ'a en içten dileklerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi; yüksek lisans çalışmam esnasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme yürekten sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2.1 Hedef Patojen İle İlgili Çalışmalar	6
2.2 Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Ürünleri İle İlgili Çalışmalar	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1 Materyal.....	26
3.1.1 Bitki materyali	26
3.1.2 Denemede kullanılan izolatlar	26
3.1.3 Denemede kullanılan preparatlar	27
3.2 Yöntem	28
3.2.1 Patojenisite testleri.....	28

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.2 Preparatların <i>in vitro</i> koşullarında FORL'nin miselyal gelişimine olan etkinliklerinin saptanması.....	34
3.2.3 Serada yürütülen <i>in vivo</i> denemeleri	38
3.2.3.1 Suni inokulumun hazırlanması.....	38
3.2.3.2 Saksı denemelerinin kurulması ve değerlendirilmesi	40
4. BULGULAR.....	46
4.1 FORL İzolatları İle Patojenisite Testi Sonuçları.....	46
4.2 Preparatların <i>in vitro</i> Test Sonuçları	48
4.2.1 Test edilen preparatların ED ₅₀ ve MID değerleri.....	62
4.3 Preparatların Sera Test Sonuçları.....	63
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	69
KAYNAKLAR DİZİNİ	74
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 FORL etmeninin domates kök boğazında iletim demetlerindeki tipik kahverengi renk değişimi.....	4
2.1 FORL izolatınınpetrideki tipik mor renkli koloni gelişimi	7
2.2 İletim demetinde (vasküler sistemde) oluşan kahverengileşme	8
2.3 Etmen ile bulaşık domates bitkisinin kök ve kök boğazı bölgesi.....	9
2.4 FORL etmenine ait klamidosporların mikroskopik görüntüsü.....	10
2.5 <i>Fusariumoxysporum</i> 'un mikroskopta mikrokonidi (A), makrokonidi (B), fiyalid ve konidiofor (C), klamidospor (D) görüntüsü	10
3.1 Referans izolatların petri görünümü	27
3.2 Patojenisite testi için PD solüsyonunun hazırlanması	29
3.3 Spor gelişimi için PD solüsyonlarının çalkalanması	29
3.4 Tülbentten geçirilerek spor solüsyonunun hazırlanması.....	30
3.5 Patojenisite testi için hazırlanan toprakların saksılara konulması	31
3.6 Her izolat için hazırlanan spor solüsyonları.....	31
3.7Patojenisite testi için fide dikimi (4 Mayıs 2012).....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.8 Patojenisite testi planı	33
3.90-3 FORL skalası	33
3.10 Preparatların istenilen dozlarda besi yerine karıştırılması	36
3.11 PDA'ların dökümü ve 12 saat UV ışık altında bekletilmesi	36
3.12 Ekimleri yapılan petrilerin inkubatöre kaldırılması	37
3.13 Sonuçların değerlendirilmesi ve fotoğraf çekimi	37
3.14 Kepeklere FORL izolatının hazırlanması.....	39
3.15 İnkube edilen kepekler	40
3.16 Bircan Tarım A.Ş üretim serasında saksıların hazırlanması	41
3.17 Dikimden önce fide köklerin de patojen girişi için yara açılması	41
3.18 Saksı denemesinde kullanılacak preparatların dozlarının hazırlanması (Antalya- 9 Eylül 2012)	42
3.19 Fidelerin preparatlara bandırılması ve preparat solüsyonları	42
3.20 Antalya'da yürütülen saksı denemelerinin genel görünümü	43
3.21 Toprak hazırlığı ve inokulumun karıştırılması	44

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.22 İnokulumun homojen olarak karıştırılması	44
3.23 Dikimden önce fide köklerinde patojen girişi için yara açılması (İzmir-Ekim 2012)	45
3.24 İzmir’de yürütülen denemeler de seranın genel görünümü	45
4.1 Patojenisite testi sonuçların göre seçilen yüksek virulent bitkiler	47
4.2 Fludioxonil (Celest Max) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafığı	49
4.3 Fludioxonil etkili madde içeren preparatın 1-100µg/ml arası petri sonuçları	49
4.4 Fludioxonil etkili madde içeren preparatın 150, 200 ve 250 µg/ml arası petri sonuçları	50
4.5 Azoxystrobin (Quadris) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafığı	51
4.6 Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın 1,3 ve 10µg/ml dozundaki etkileri	51

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.7 Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın 30 ve 100µg/ml dozundaki etkileri.....	52
4.8 Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın 150, 200 ve 250µg/ml dozunda FORL'ye karşı petrideki etkileri.....	52
4.9 Fludioxonil+metalaxyl-M (Maxim XL) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği	54
4.10 Fludioxonil+metalaxyl-M (Maxim XL) preparatının 1-100µg/ml dozlarındaki petri sonuçları	54
4.11 Fludioxonil+metalaxyl-M (Maxim XL) preparatının 150, 200 250 µg/ml dozlarındaki petri sonuçları	55
4.12 Prochloraz etkili madde içeren preparatın FORL'ye etki (%) grafiği	56
4.13 Prochloraz (%50) etkili madde içeren preparatın petri sonuçları.....	56
4.14 Prothioconazole+tebuconazole etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği	58

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.15 Prothioconazole+tebuconazole preparatının 1-100 µg/ml doz sonuçları.....	58
4.16 Prothioconazole+tebuconazole preparatının 49, 60 ve 80µg/ml doz sonuçları	59
4.17 <i>L. acidophilus</i> etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği	60
4.18 <i>L. acidophilus</i> etkili madde içeren preparatın FORL izolatının miselyal gelişimine etkisi.....	61
4.19 <i>L. acidophilus</i> etkili madde içeren preparatın %0.5 dozunun etkisi	61
4.20 İzmir’de yapılan sera denemesinin etki (%) grafiği.....	65
4.21 Kontrol saksılarında ki hastalıklı bitkiler.....	65
4.22 Antalya’da yapılan sera denemesinin etki (%) grafiği.....	67
5.1 Fidelerin dikim öncesi hazırlanan solüsyona bandırılması.....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Dünya genelinde domates üretim miktarları	2
1.2 1995-2011 yılları arasında Türkiye’deki örtü altı yetiştiricilik yapılan alanlar	2
1.3 Ülkemizde 2011 yılında üretilen sanayi ve sofralık domates miktarları.....	3
3.1 Referans izolat olarak kullanılan etmenlerin survey alanları ve izolat kodları.....	27
3.2 Denemelerde kullanılan preparatlar, aktif maddeleri, formülasyon tipleri ve ticari isimleri	28
3.3 Preparatların <i>in vitro</i> denemelerinde kullanılan dozları.....	34
3.4 Saksı denemelerinde kullanılan preparatlar ve uygulama dozları	38
4.1 İzolatların virulens değerleri	46
4.2 Fludioxonil ve azoxystrobin içeren preparatların etkileri (%)	48
4.3 Fludioxonil+metalaxyl-M ve prochloraz etkili madde içeren preparatların etkileri (%).....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.4 Prothioconazole+tebuconazole içeren preparatın etkisi (%)	57
4.5 <i>L. acidophilus</i> etkili madde içeren preparatın etkisi (%).....	60
4.6 Denemede kullanılan preparatların ED ₅₀ ve MIC değerleri	62
4.7İzmir’de yürütülen sera denemesinin hastalık şiddeti ve etki (%) değerleri	64
4.8Antalya’da yürütülen sera denemesinin hastalık şiddeti ve etki(%) değerleri	66
4.9İzmir’de yürütülen sera denemesinin istatistiksel hesaplama sonuçları	67
4.10Antalya’da yürütülen sera denemesinin istatistiksel hesaplama sonuçları.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
mg	Miligram.
µg	Mikrogram.
mm	Milimetre.
ml	Mililitre.
cm	Santimetre.
°C	Santigrat derece.
L	Litre.
ha	Hektar.
da	Dekar.
m ²	metre kare.
MeBr	Metil Bromid.
MS	Metam sodyum.
ED ₅₀	Miselyal gelişimi %50 engelleyen doz.
MIC	Miselyal gelişimi engelleyen en düşük doz.
FS	Akıcı tohum ilacı.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
a.i	Active ingredient.
<u>Kısaltmalar</u>	
PDA	Patates dekstroaz agar.
PD	Patates dekstroaz.
FORL	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> .
FOL	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> .
PGPR	PlantGrowth-PromotingRhizobacteria.
SBI	Sterol Biyosentezini Engelleyiciler.
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu.
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü.

1.GİRİŞ

Domates, patlıcangiller (Solanaceae) familyasından anavatanı Güney ve Orta Amerika olan tek yıllık bir bitkidir. Amerika'dan Avrupa'ya, buradan da tüm dünyaya yayıldığı bilinmektedir. Beslenmede önemli bir yeri olan domates (*Solanum lycopersicum* L.) (=syn. *Lycopersicon esculentum* Mill.) konserve, salça ve kuru olarak değerlendirilebilen besin değerleri yüksek bir sebzedir (Sevgican, 1999).

Ülkemiz sahip olduğu ekolojik özellikleri sayesinde özellikle sebze üretiminde dünyadaki önemli ülkelerden biri durumundadır. Sebze üretiminde ilk sıralarda yer alan Akdeniz Bölgesi'nde, ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılan sebzelerden biri de domates bitkisidir. İklim değişikliklerine karşı dayanıklı olması yanında, kolay yetiştiriciliğiyle de birçok üretici tarafından tercih edilen domates, toplam ekiliş alanı, üretimi ve ticareti açısından da Türkiye'de yaş sebze grubunun en önemli ürünlerinden birisini oluşturmaktadır. Dünya da ve ülkemizde üretilen domates, taze tüketiminin yanı sıra endüstriyel kullanım (konserve, salça, ketçap, turşu vb) açısından da önemli bir yer teşkil etmektedir.

Domatesin 100 gramında 0.55 mg vitamin B6, 1700 IU vitamin A, 0.10 mg vitamin B1 ve 21 mg vitamin C bulunmaktadır. C vitamini antioksidan özellikleri bilinen vitamindir ve domates bu vitaminin önemli kaynaklarından biridir. Bunların yanında domates yüksek oranda antioksidan potansiyele sahip likopen (2722 µg) içermektedir (Sevgican, 1999).

Üretim miktarı açısından incelendiğinde, domates dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan ürünler açısından 11. sırada yer almaktadır. Çizelge 1.1'de görüldüğü gibi Türkiye üretimi; Çin, Amerika ve Hindistan'ın ardından dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2010).

Çizelge 1.1 Dünya genelinde domates üretim miktarları (Anonymous, 2010).

Sıra	Ülke Adı	Üretim Miktarı (milyon ton)
1	Çin	47.116.084
2	Amerika	12.858.700
3	Hindistan	12.433.200
4	Türkiye	10.052.000
5	Mısır	8.544.990

Ülkemizde 2011 yılında sebze ürünleri üretim miktarı bir önceki yıla göre %6 oranında artarak yaklaşık 27.5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Sebze ürünleri alt gruplarında üretim miktarları incelendiğinde, yumru ve kök sebzelerde %9.7 oranında, meyvesi için yetiştirilen sebzelerde %5.7 oranında, başka yerde sınıflandırılmamış diğer sebzelerde %2.5 oranında artış olmuştur. Sebzeler grubunun önemli ürünlerinden domates üretimi % 9.5 oranında artarak yaklaşık 11 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2011). Bu miktar açıkta ve örtü altında yapılan yetiştiricilik alanlarını kapsamaktadır (Çizelge 1.2). Bu yetiştiricilik şekilleri bölgelere göre farklılık göstermektedir. Marmara ve Ege Bölgeleri sanayiye yönelik üretim yaparken, Akdeniz Bölgesi'nde taze tüketime yönelik örtüaltı yetiştiriciliği yoğunlaşmıştır (Özalp ve Aktaş, 2008). 2011 yılında ülkemizde üretilen salçalık ve sofralık domates miktarları da Çizelge 1.3'de verildiği gibidir.

Çizelge 1.2 1995-2011 yılları arasında Türkiye'deki örtü altı yetiştiricilik yapılan alanlar (Anonim, 2011).

Yıllar	Toplam (da)	Cam sera (da)	Plastik sera (da)	Yüksek tünel (da)	Alçak tünel (da)
1995	363 042	34 420	108 677	21 421	198 524
1996	404 709	66 668	98 067	29 867	210 107
1997	442 907	39 399	108 549	27 155	267 804
1998	425 775	46 825	119 255	41 667	218 028
1999	423 143	52 641	137 298	43 089	190 115
2000	422 130	56 558	148 242	44 885	172 445
2001	431 387	60 151	149 780	50 221	171 235
2002	536 030	64 199	180 385	60 954	230 492
2003	483 244	70 111	166 605	61 088	185 440
2004	477 739	71 695	169 257	66 242	170 545

2005	467 540	65 427	171 043	66 916	164 154
2006	469 081	68 353	182 354	69 834	148 540
2007	494 239	75 793	195 180	65 307	157 959
2008	542 158	82 253	211 680	66 960	181 265
2009	567 180	82 932	220 186	77 046	187 016
2010	563 805	80 772	230 543	81 521	170 969
2011	599 612	78 190	238 542	107 232	175 648

Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi örtü altı yetiştiriciliği 1995 yılından itibaren yıldan yıla yaklaşık olarak %65 artarak 2011’de 599.612 dekara ulaşmıştır. 2009 yılı verilerine göre yüksek ve alçak tünelleri de kapsayan genel anlamda örtü altında, %50.6’lık üretim payı ile sebze türleri içinde domates ilk sırayı almaktadır. Örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanlarda 2011 yılı verilerine göre domates üretimi ise 3,092.083 ton olmuştur (Anonim, 2011).

Çizelge 1.3 Ülkemizde 2011 yılında üretilen sanayi ve sofralık domates miktarları
(Anonim, 2011).

Sanayi domates	3.430.002 ton
Sofralık domates	7.573.431 ton

Ülkemizde ve dünyada üretim ve tüketim açısından önemli bir yer teşkil eden domatesin yetiştiriciliği esnasında hastalık ve zararlılar ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Domateste yaklaşık olarak 200’den fazla hastalık bulunmaktadır. Bunlar virüsler, bakteriler, nematodlar ve funguslardır (Jones et al., 1991). Ülkemizde, özellikle de örtüaltı yetiştiriciliği yapılan domates seralarında önemli ekonomik kayıplara neden olan hastalıklardan biri de kök ve kök boğazı çürüklüğü *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL) etmenidir (Şekil 1.1). FORL Solanaceae, Leguminosae, Cucurbitaceae ve Chenopodiaceae’ya dahil 137 bitki tür ve çeşidini hastalandırmaktadır (Rowe et al., 1977; Menzeis et al., 1990).

FORL, kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenidir ve ilk olarak Japonya’da bulunmuştur. Daha sonra Amerika, Kanada, Avrupa ve İsrail’i de içeren birçok ülkede de tespit edilmiş olup, 1988 yılında İngiltere’de kaydedilmiştir (Omar et al., 2006). Türkiye’de ise ilk olarak Adana’da 1999-2001 üretim sezonunda saptanmıştır (Can ve ark., 2004).



Şekil 1.1 FORL etmeninin domates kök boğazında iletim demetlerindeki tipik kahverengi renk değişimi.

Hastalığın uzun zamandır domates üretilen bölgelerde çok yaygın olduğu ve %90'a varan verim kayıplarına neden olduğu bilinmektedir (Hajlaoui et al., 2001; Hibar, 2002). Bunun yanı sıra FORL bir üretim yılında tek ve çok döngülü olarak infeksiyonlara neden olduğundan mücadelesi oldukça güçtür.

Kök ve kök boğazı çürüklüğü (FORL) etmenine karşı hem ülkemizde hem de dünyada ruhsatlı preparat bulunmamaktadır. Üreticiler bu hastalıkla mücadelede arayış içindedirler ve bilinçsizce çok sayıda ve yüksek dozda bitki koruma ürünü kullanma eğilimindedirler. Bu durum gıda güvenliği açısından risk oluşturmakla birlikte ekolojik yönden olumsuzluklara neden olabilmektedir. Özellikle örtü altı domates yetiştiriciliğinde önemli ekonomik kayıplara yol açan ve giderek yaygınlaşan bu hastalığa karşı etkili bir savaşımın zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu tez çalışmasında, *Fusarium* spp.'ye etkili olduğu belirtilen bazı bitki koruma ürünlerinin FORL'ye etkililiği gerek laboratuvar koşullarında gerek se fide

uygulamasý ile saksý kořullarında deęerlendirilmiřtir. Sonuęta üreticilere hastalıkla mücadelede kayýplarını minimize etmek için etkili, ekolojik ve ekonomik açıdan bir savařım yolu arařtırılmıřtır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Hedef Patojen İle İlgili Çalışmalar

Toprak kökenli bitki patojenlerin çoğu, önemli bahçe ve tarla kültürlerinde çökerten, fide yanıklığı, kök ve kök boğazı çürüklüğü, kök kahverengileşmesi ve solgunluğu gibi ekonomik bakımdan önemli kök hastalıklarında esas rolü oynadıkları belirtilmiştir (Yücel ve Çınar, 1989). *Fusarium*'un 20'nin üstünde türü vardır. En çok görülenleri, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium chlamydosporum*'dur. *F.avenaceum*, *F.culmorum*, *F. moniliforme*, *F. equiseti* gibi bazı *Fusarium* türleri bitki türü ayırt etmeksizin hastalık yaparken, bazıları cinse, türe hatta çeşide özgüdür. Örneğin, *F. coeruleum*, *F. eumartii* ve *F. sambucinum* patatese, *F. buharicum* pamuğa, *F. xylarioides* kahve'ye özgüdür.

Türkiye'de *Fusarium* türlerinin varlığı üzerine yapılan çalışmalarda 55 bitki türünde 31 *Fusarium* türü saptanmıştır. Domatesten izole edilen *Fusarium* türlerinin ise bölgelere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. *F. oxysporum*, *F. equiseti*, *F.solani* Çukurova Bölgesinde; *F.solani* İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Kütahya ve Balıkesir; *F. oxysporum*, Uşak ve Çanakkale; *F. equiseti* Ankara; *F.solani* Ege Bölgesi'nde; *F.oxysporum* ve *F.semitectum* Uşak, Çanakkale ve İzmir'de saptanmıştır (Özer ve Soran, 1991).

Fusarium oxysporum mikrokonidi, makrokonidi ve klamidospor olmak üzere üç tip spor üretmektedir. FORL'nin yayılmasında ve hayatta kalmasında bu spor tiplerinden ikisi göze çarpmaktadır. Mikrokonidi formu nekrotik dokuda büyük kalıntı içermekte ve sterilizasyon yapılan sera topraklarında hava akımı ile yayılmaktadır. Klamidosporlar ise kalın duvarlara sahiptir ve fungus toprakta uzun süre hayatta kalabilmektedir (Ozbay and Steven, 2004). *F. oxysporum* Patates Dekstrozu Agar (PDA) gibi katı ortam kültürlerinde çoğaltılabilir. Genel olarak, havai miselleri önce beyaz görünür, daha sonra *F. oxysporum*'un ırkına ya da türüne göre mor'dan koyu pembeye değişen renge dönüşebilirler (Şekil 2.1). Eğer sporlar çok yoğunsa kültür krem ya da turuncu renge görünür (Gonsalves et al., 1993).



Şekil 2.1 FORL izolatının petrideki tipik mor renkli koloni gelişimi.

Fusarium türleri içinde domateste en yaygın görüleni *Fusarium oxysporum*'dur. *Fusarium oxysporum* domateste *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) ve f. sp. *radicis lycopersici* (FORL) olarak görülmektedir. Bunlar, domatese benzer konukçu patojen olmalarına rağmen ayrı formda hastalık oluştururlar. FOL soldururken, FORL kök ve kök boğazı çürümelerine neden olmaktadır (Attitalla et al., 2004).

FOL'un neden olduğu solgunluk önemli verim kayıplarına neden olduğu, şiddetinin ise özellikle seralarda ekonomik nedenlerle herhangi bir münavebe programı uygulanmaması sonucu duyarlı çeşitlerle yıldan yıla daha çok arttığı bildirilmiştir (Yücel ve Çınar, 1989; Sherf and Machab, 1986). Bu fungus köklerdeki vasküler sistemi etkiler, su transferini engelleyerek bitkilerde hızlı ve ani ölümlere neden olmaktadır. Hastalığın görüldüğü bitkilerde yapraklar önce kurumakta daha sonra da solma ve ölümler ortaya çıktığı belirtilmiştir (McGrath et al., 1987; Malhotra and Vashistha, 1993). FOL'un 3 ırkının olduğu bildirilmiştir (Bohn and Tucker, 1939; Alexander and Tucker, 1945; Grattidge and O'Brien, 1982; Volin and Jones, 1982). Dayanıklılığın kalıtımı, ırka özel olarak tek dominant gen ya da birden fazla dominant gen tarafından sağlandığı bildirilmiştir (Stall and Walter, 1965).



Şekil 2.2 İletim demetinde (vasküler sistemde) oluşan kahverengileşme.

Fusarium oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL) ise; önemli bir toprak kökenli patojen olup, fungusun bazı form specialleri (f. sp.) konukçuya özelleşmiştir. FORL'den kaynaklanan kök ve kök boğazı çürüklüğü, domates seralarında yeni, ancak son yıllarda giderek yaygınlaşan ve yıkıcı etkisi olan önemli bir sorun haline gelmiştir. FORL'nin neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı domates bitkilerinin kökleri ile toprağa yakın gövde kısımlarında görülen bir fungal hastalıktır (Şekil 2.2). Etmen, domates bitkilerinde toprak yüzeyinden en fazla 15-30 cm yükseklikte sınırlanmaktadır (Şekil 2.3). Bununla birlikte etmen bitkinin toprak yüzeyine yakın gövde üzerinde beyaz-pembe sporulasyon vermekte ve böylece hava kökenli olmaktadır (Menzies et al., 1990). Domatesteki ilk belirtiler yaşlı yapraklarda görülmekte ve genç yapraklara doğru yavaşça ilerlemektedir (Sherf and McNab, 1986). FORL özellikle sıcaklığın 18-20°C olduğu, düşük toprak pH'sı, amonyum azotu uygulanan ve aşırı su birikintisi olan alanlarda sıkça görüldüğü bildirilmiştir (Momol et al., 2005).



Şekil 2.3 Etmen ile bulaşık domates bitkisinin kök ve kökboğazı bölgesi.

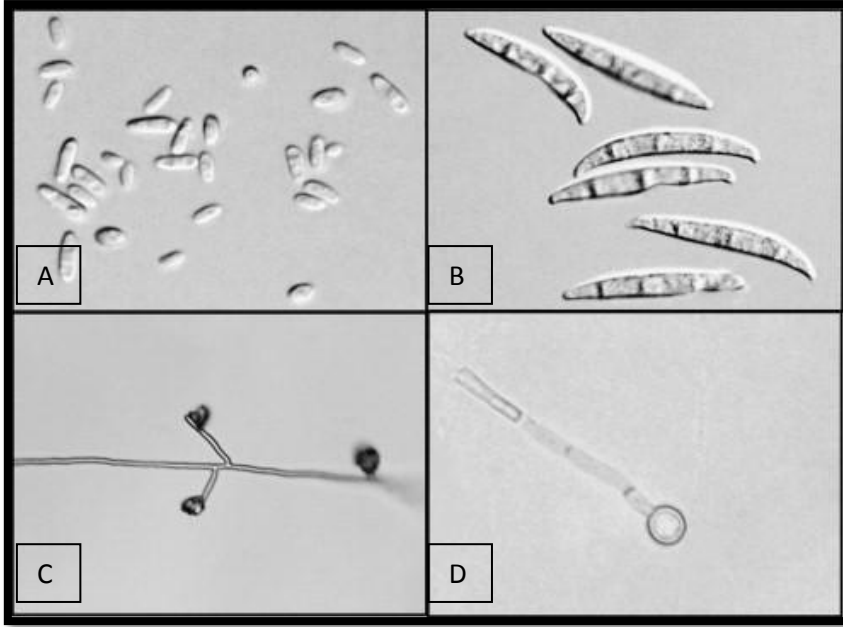
Etmen seralarda, topraksız kültürde kullanılan çeşitli substratların içerisinde veya bitki artıkları üzerinde klamidospore (Şekil 2.4) formunda varlığını sürdürmektedir. Ayrıca fungusun mikrokonidilerinin (Şekil 2.5) bulaşık seralarda havada yaygın olarak bulunduğu saptanmıştır (Rowe and Farley, 1978; Rowe, 1980). Patojenin bir bitkiden diğerine yayılması kökler tarafından olmaktadır. Ayrıca bulaşık bitkilerden ve klamidosporların toprak içindeki parçaları makine, ayakkabı, şaşırtma kapları ve diğer malzemelere bulaşması yolu ile yayıldığı saptanmıştır (Kabaş, 2008).

Hastalığın erken belirtileri domates fidelerinde bodurlaşma, sararma, olgunlaşmamış kotiledonlar ve yaprakların azalması olarak görünürken, ileri belirtileri kök çürümeleri, solma ve ölümler olmaktadır (Roberts et al., 2000). Bazen genç fideler ölürken, bazen de yetiştirilen bitkilerde ilk meyve tutumuna kadar hiç solgunluk belirtisi görülmeyebilir. Meyve bağladıktan sonra solgunluk belirir, bitki yana yatar ve daha ileri aşamalarda ölebilir. Etmenin taşınması, yağmur damlaları, sulama suyu, rüzgar ve hava hareketleri aracılığıyla meydana geldiği saptanmıştır (Jones et al., 1991). Mikrokonidiumların havada taşınabilme özelliği dolayısıyla patojenin yayılmasını engellenin çok zor olduğu belirlenmiştir (Rowe and Farley, 1978). FORL domates fidelerinde belirtisiz olarak veya çok

hafif belirtilerle ve ayrıca fide yetiştirme ortamları ile de taşınabildiği bildirilmiştir (Brammall and McKeown, 1989; Hartman and Fletcher, 1991).



Şekil 2.4 FORL etmenine ait klamidosporların mikroskopik görüntüsü.



Şekil 2.5 *Fusarium oxysporum*'un mikroskopta mikrokonidi (A), makrokonidi (B), fiyalid ve konidiofor (C), klamidospor (D) görüntüsü (<http://www.sciencedirect.com>).

2.2 Kimyasal ve Biyolojik Mücadele Ürünleri İle İlgili

Çalışmalar

Hastalıkla mücadelede farklı yöntemlerin kullanıldığı pek çok çalışma yapılmıştır. Bu mücadele yöntemleri arasında hastalıktan ari fide kullanımı, kültürel önlemler, kimyasal mücadele ve solarizasyon, biyolojik kontrol sistemi ve dayanıklı çeşit bulunmaktadır (Kabaş, 2008). Yapılan araştırmaların büyük bir kısmında, örtüaltı yetiştiriciliğinde toprak kökenli hastalıklara karşı biyolojik mücadele ajanları kullanıldığı belirlenmiştir (Cook, 1993).

Kimyasal mücadele ve solarizasyon: Hastalıkla mücadele %100 etkili bir kimyasal olmamakla birlikte toprak solarizasyonunda metil bromit kullanımı iyi bir kontrol sağlamaktaydı, ancak bu kimyasalın ozon tabakasında yarattığı tahribat sonucu yasaklanması, steril toprakta fungusun yeniden bulaşma yapması ve kimyasalların tümörü teşvik etmesi, besin ve sudaki kalıntılarının insanda kansere neden olması bu mücadele şeklinin kullanımını yasaklamıştır (Omar et al., 2006). Solarizasyon ise yaz mevsimi sıcak geçen bölgelerde yapılabilmekte, başarısını ise toprak nemi, sıcaklığı, güneş ışığının şiddeti ve süresi gibi faktörlerin etkilediği bildirilmiştir (Yücel ve Çınar, 1989).

Biyolojik kontrol sistemi: Yapılan araştırmalar göstermektedir ki hastalıkla mücadele de biyolojik ajanların kullanımı da etkili bir yöntemdir. *Trichoderma* fungusu FORL ile mücadele de başarı sağlamıştır. Bu konu ile ilgili olarak pek çok araştırma yapılmış olup, *Trichoderma harzianum* kullanımının hastalığı % 12 oranında azalttığı bildirilmiştir (Datnoff and Pernezny, 2001).

Hastalıkla mücadelede etkili yöntem dayanıklı çeşit kullanımı: Bu konu ile ilgili çalışmalara bakıldığında Japonya'da 'IRB-301-30' ve 'IRB-301-31' dayanıklı ıslah hatlarının gama ışınlanması ile elde edildiği bildirilmektedir. 'IRB-301-31' sonraki ıslah çalışmalarında kullanılarak, pembe meyveli 'Ohio CR6' çeşidi geliştirilmiştir. Yapılan ıslah çalışmaları ile dayanıklılık yeni çeşitlere aktarılmıştır (Yamakawa and Nagata, 1975; Scott and Farley, 1981). Mücadele de ayrıca anaçların kullanımı da önemli bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Hibar et al. (2006), 'Beaufort F1' ve 'He-Man F1' anaçları ile yapmış oldukları

denemede dayanıklı anaç kullanımının verim ve kaliteyi arttırdığını ayrıca hastalıkla mücadele de etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak etmen çok kısa süre dayanıklılığı kırmakta ve çeşitler duyarlı hale gelmektedir.

Hastalığın kontrolünde biyolojik mücadele ajanları olarak; *Bacillus subtilis* (Podile et al., 1985), *Bacillus* sp. (Kapoor and Kar, 1988), *Streptomyces* spp. (Thirumalachar et al., 1970; Turhan, 1981; El-Abyad et al., 1993., El-Shansoury et al., 1996) ve *Pseudomonas* spp. (Nejad and Johnson, 2000) kullanılmaktadır.

Hiber et al. (2006), 2000-2001 yıllarında Tunus'ta %90'a varan bitki ölümlerine neden olan FORL hastalığına karşı acil alternatif mücadele yöntemlerine ihtiyaç olduğunu bildirmiş ve hastalığı baskı altında tutmak için *in-vitro*, iklim odası ve sera koşullarında bazı biyo-fungisitleri [*Trichoderma harzianum* strain T22-RootShield Drench, BioWorks Inc. Geneva, NY), *T. harzianum* (Biocant-T WP and Biocant-T Gr-National Ammonia & Chemical Industries, Amman), *B.subtilis* strain QST 713 (Serenade, AgraQuest, Davis, CA), *B.pumilis* strain QST 2808 (Sonata, AgraQuest, Davis, CA), *Pythium oligandrum* (Polyversum, Biopreparaty Ltd., Czech Republic)] ve doğal mikroorganizmaları (Agralan Revive, Agralan Ltd., Swindon, UK) denemişlerdir. *In-vitro* testlerinde biyo-fungisitlerin hepsi ve denemede kullanılan fungisitler (hymexazol, hydroxyquinolin, sodium tetraborohydrate decahydrate, oxyquinoléine, flutriafol+thiabendazole ve benomyl) FORL'nin miselyal gelişimini %50-73 oranında azaltmıştır. İklim odası çalışmalarında ise patojen inokulasyonundan bir hafta önce biyo-fungisit süspansiyonlarının bitkiye verilmesi ile birlikte önemli derecede etkili sonuçlar elde edilmiştir. Sera koşullarında gerçekleştirilen denemelerde ise T-22 biyo-fungisiti ve hymexazol fungisitinin etkinliği araştırılmıştır. Ümit var sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma ile gerek biyo-fungisitlerin gerekse de bazı fungisit uygulamalarının FORL kontrolünde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Bazı fungal ve bakteriyel biyolojik mücadele organizmalarının domatestte *Fusarium solgunluğunun* mücadelesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Larkin and Fravel, 1998), patojenik olmayan ve baskıcı topraklardan izole edilen *F. oxysporum* ve *F. solani* izolatları hastalığı yaklaşık %50-80 oranında azalttığı

belirlenmiştir. Aynı çalışmada *Gliocladium virens* ve *Trichoderma harzianum* içeren preparatların ise hastalığı %62-68 oranında azalttığı görülmüştür. Benzer bir çalışmada, *Bacillus subtilis*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus awamori*, *A. niger* ve *Pseudomonas fluorescens*'in domateste kök daldırma uygulamaları ile FORL'ye karşı önemli bir etkileri olduğu tespit edilmiştir (Khan and Khan, 2002).

Tunus'ta örtü altı domates yetiştiriciliğinde önemli ekonomik zararlara neden olan *Fusarium* kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenine karşı yapılan bir çalışmada (Hibar et al., 2007), *T. harzianum* (3 izolat) ve *T. viride* (1 izolat) antagonistlerinin etkinliği araştırılmıştır. FORL inokulumunun antagonistlerden bir hafta önce, bir hafta sonra ve birlikte verildiği denemelerde, özellikle antagonistin patojen inokulumundan bir hafta önce ve birlikte uygulandığı parsellerde hastalık oranı sırasıyla %10 ve %13-18 oranında azalttığı bildirilmiştir.

Ege Bölgesi'nde yapılan başka bir çalışmada ise; *Pythium ultimum* ve *Rhizoctonia solani*'nin biberde neden olduğu çökertene karşı *T. vasinfecta* var. *africana*, *Acrophialophora levis* gibi kum-perlit karışımdan geliştirilen bazı biyolojik ajanların etkileri saksı denemeleri ile araştırılmış ve hastalık çıkışının *P. ultimum*'da %28.14-79.14, *R. solani*'de %22.76-66.38 oranında azaldığı bildirilmiştir (Turhan ve Turhan, 1989). Tarla koşullarında kavun ve karpuzda *Fusarium* solgunluğunun fluoresan *Pseudomonas* bakterileri ile önlenmesi çalışmalarında, hastalık şiddetinin 15 hafta süreyle kavunda %84, karpuzda %43 oranında azaldığı belirlenmiştir (Bora ve ark., 1995).

Marois et al. (1981), FORL'nin saprofitik yayılmasındaki azalmanın patojenin yeniden istilasından önce fumigant uygulanan toprağa bazı antagonistler ekleyerek kontrol altına alınabileceğini bildirmişlerdir. Bitki Gelişim Düzenleyici Rhizobakteriler (PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacteria) başlangıçta kullanılabilir azot miktarını arttırmakta ve dolayısıyla ürün gübrelenmesine olumlu bir etki sağlamaktadır. Bunun yanı sıra toprak patojenlerine karşı baskılayıcı bir etkiye sahiptir. Bu etkilerinden dolayı PGPR'ların biyolojik ajan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Schippers et al., 1987).

Toprak ve domates köklerindeki *Fusarium*'un patojenik ve saprofitik olarak populasyon yapısı belirlenerek bunların patojenisite ve biyolojik mücadele yeteneğinin araştırıldığı bir çalışmada 21.054 izolat elde edilmiştir. Bunların %26.6'sı olan 5610'u *F. oxysporum* olmuştur. Bony Best çeşidi ve 406 *F. oxysporum* izolatı ile yapılan patojenisite çalışmalarında 63'ü *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ve 29'u FORL olarak belirlenmiştir (Bao et al., 2001). *Fusarium* solgunluğunun patojenik olmayan fusaria ile biyokontrolünde ilgili genleri tanımlamak ve biyolojik mücadele ve diğer fusaria arasındaki genetik benzerlikleri ortaya koymak için yapılan benzer bir araştırmada (Fravel et al., 2002), 336 patojenik olmayan *F. oxysporum* streyni sera koşullarında FOL ile mücadele için denenmiştir. Domatesler ekimde ve şaşırtmadan bir gün önce 5 ml 10^5 spor/ml (makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospore) ile bulaşık toprağa şaşırtılmıştır. Tek bir saksıda 5 bitki yetiştirilmiş ve uygulamalar 4 kez yinelenmiştir. 5 hafta sonra hastalık şiddeti (0-5 skalası), hastalık oluşumu (seçici bir ortamda gövde ekimi) ve sürgünlerin taze ağırlığı değerlendirilmiştir. Denemeye alınan streynler yüksek, orta veya düşük biyolojik mücadele yeteneği şeklinde gruplandırıldığı bildirilmiştir.

Bitkisel lif veya kaya yünü gibi farklı hidroponik ortamlarda yetiştirilen domates bitkilerinde FORL'ye karşı *Trichoderma harzianum*'un ticari ve ticari olmayan streynlerinin etkileri için biyolojik mücadele denemeleri yürütülmüştür. Domates bitkileri patojenle karşılaştırılmadan önce *T. harzianum* streynleri (PlantShield™, T22 ve T95) ile inokule edilmiştir. T22 ve T95 streynleri 10^6 veya 10^7 konidi/ml gibi iki inokulum yoğunluğunda ekimden önce büyütme ortamlarına ve şaşırtmada köklere uygulanmıştır. Bu çalışmada, özellikle şaşırtmada uygulanan *T. harzianum* streynleri hastalık oluşumunu bitkisel lif ortamında %79 ve kaya yünü ortamında %73 oranında azaltmıştır, hastalık şiddeti ise bitkisel lif ortamı için %45 ve kaya yünü ortamı için %48 azalmıştır. Aynı antagonistler meyve verimini bitkisel lif için %37 ve kaya yünü için %25 arttırdığı bildirilmiştir (Ozbay et al, 2004).

Toprak dezenfeksiyonu Avrupa'da 100 yıldan daha fazla bir zaman öncesinde toprak kökenli patojenlerle mücadele metodu olarak kullanılmaktadır. Zamanla bu konu fiziksel (buharlaştırma) ve kimyasal (fumigasyon) olmak üzere

ikiye ayrılmıştır. Toprak solarizasyonu ise; en son yaklaşımdır ve ilk çalışmalarda patojenlere karşı mücadelede biyolojik kontrol mekanizması ve bitkilerde *Verticillium* solgunluğu vurgulanmıştır (Katan et al., 1975). Solarizasyon uygulaması üzerine ilk raporun İsrail'den bildirilmesinden hemen sonra 1977'de Kaliforniya'da domates, pamuk, soğanda *Fusarium*, domates, patlıcan, patatest *Verticillium*, patates, soğanda *Rhizoctonia solani*, yer fıstığında *Sclerotium rolfsii* ve soğanda *Pyrenochaeta terrestris* hastalıklarına karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Katan, 1981). 1970'li yıllarda tarımsal alanlarda toprak kökenli patojenlere karşı pratiğe aktarılmış olan solarizasyon, 1990 ve 2000'li yıllarda MeBr (Metil Bromür) 'ün yasaklanmasından sonra, ekolojinin uygun olduğu alanlarda toprak kökenli patojenlere ve kök-ur nematodlarına karşı en popüler yöntemlerden biri olmuştur. Ancak solarizasyon özellikle nematodlara ve bazı toprak kökenli patojenlere karşı yeterli düzeyde etkili olamadığı bildirilmiştir (Chellemi et al., 1994; Fuentes et al., 1997).

McGoven (1994), Güneybatı Florida'da domateste önemli zararlara neden olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni FORL ile mücadelede fumigant ve bazı biyolojik preparatların etkinliğini araştırmıştır. Yapılan çalışmalarda 4 haftalık solarizasyon sonucu toprakta 5, 15 ve 23 cm derinliklerinde ki sıcaklıklar data loggerlar ile kaydedilmiştir. Kontrole göre solarizasyon uygulanan alanlarda üç toprak derinliğinde de artış görülmüştür. 5 cm'de ulaşılan toprak sıcaklığı ile FORL populasyonunda önemli bir azalma görülürken, 15 ve 23 cm'de kontrole göre azalma azda olsa söz konusu olduğu bildirmiştir.

Kuzey Florida'da FORL, FOL, *Phytophthora nicotiana* ve *Ralstonia solanacearum*'a karşı solarizasyon ve metil bromid ile fumigasyon uygulamalarının yalnız ve kombine halde etkinlikleri araştırılmıştır. Solarizasyon uygulaması ile 5 ve 15 cm toprak derinliklerinde maksimum sıcaklık sırasıyla 49,5 ve 46 °C'ye ulaştığı belirlenmiştir. Solarizasyon uygulaması yalnız başına uygulandığında *R. solanacearum*'un hastalık şiddetinde önemli derecede azalma meydana gelirken, metil-bromid ile kombinasyon durumunda patojen üzerine etkinin arttığı ve hastalık oranının %36'lardan %6'ya düştüğü bildirilmiştir (Chellemi et al., 1994).

Tjamos et al. (2005), 4-6 haftalık toprak solarizasyonunun domates ve enginarıda *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*, *F. oxysporum* f.sp. *melonis* ve *Verticillium dahliae* tarafından neden olunan iletim demeti solgunluk hastalıklarına etkili olduğunu, ayrıca domateste *Pyrenochaeta lycopersici* ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* hastalıklarını da kontrol edebileceğini bildirmişlerdir. Yapılan 15-20 gün gibi kısa süreli toprak solarizasyonu ile antagonist bakteri (*Bacillus* sp.) uygulamalarının geçirimsiz plastik kullanıldığında *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*'a karşı etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Ioannou (2000), Güney Kıbrıs'ta sera, alçak tünel ve açıkta yetiştiriciliği yapılan en önemli sebze türlerinden domatesin en önemli solgunluk etmenlerinin, FOL, FORL, *V. dahliae* ve *Pyrenochaeta lycopersici* olduğunu belirtmiştir. Bu etmenlerle etkin mücadelenin dayanıklı çeşit kullanımı, toprak fümigasyonu veya toprak solarizasyonu ve hastalıklı bitki artıklarının araziden uzaklaştırılmasıyla sağlanabileceğini bildirmiştir.

Son yıllarda solarizasyonda yeni bir yaklaşım olarak toprağın plastik örtü ile kapatılma süresinin kısaltılması ve kombinasyonlar (fumigant ve antagonist) ile ilgili bir çok araştırma yapılmıştır. Tjamos et al. (2005), 15-20 günlük kısa süreli solarizasyon uygulamasında geçirimsiz plastik ve *Bacillus* sp. antagonist uygulamasının *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* etmenini başarıyla kontrol ettiğini bildirmişlerdir.

Doğu Akdeniz Bölgesi sera alanlarında toprak kökenli patojenlere karşı solarizasyon ve antagonist uygulamaları ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, beyaz çürüklük hastalığı etmeni *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı solarizasyon etkili bulurken, saksı denemelerinde *Trichoderma* izolatları hastalığı azaltmada daha etkili olduğu belirtilmiştir (Aksay ve ark., 1988). Diğer bir çalışmada, domateste FOL'nin neden olduğu solgunluk hastalığına karşı solarizasyon uygulamasının tek başına yeterli etkiyi sağlayamadığı, bu uygulamayı takiben toprağa antagonist mikroorganizmalarının veya düşük dozlu kimyasalların eklenmesiyle mücadelede başarı sağlanabileceği bildirilmiştir (Yücel ve Çınar, 1989).

2009 yılında Ortaca, Muğla’da FORL ve *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*’e karşı yapılan bir solarizasyon çalışmasında (Yüce ve ark., 2009), deneme karakterleri solarizasyon tek başına, solarizasyon+metham sodium ve solarizasyon+hidrojen peroksit+benzoik asit şeklinde kurulmuştur. Çalışma sonucunda, solarizasyonun tek başına her iki patojene de etkili olmadığı, solarizasyon+metham sodium’un 1250L/ha dozunun ve solarizasyon+ hidrojen peroksit+benzoik asit’in 200L/ha dozunun yeterli düzeyde etkili olmadığı bulunmuştur. Solarizasyon+ hidrojen peroksit+benzoik asit’in 300L/ha dozunun ise her iki patojenin kontrolünde etkili olduğu (%96.97 etki) bildirilmiştir.

2005-2006 yılı yetiştirme sezonunda yapılan bir çalışmada, FORL ve kök-ur nematodları (*Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*) ile bulaşık olduğu belirlenen iki ayrı domates serasında, bu etmenler ile mücadelede etkili bir fumigant olan MeBr’e alternatif olacak uygulamalar araştırılmıştır. Çalışmada solarizasyon uygulaması ile metham sodium (MS)’un düşük doz denemelerinde kök ve kök boğazı çürüklüğü (FORL) hastalığının toprakta yoğun olduğu serada (% 82.4), yalnız solarizasyon uygulamasında %49.9 hastalık çıkışına karşı etkili %39 ile yeterli olmamıştır. Solarizasyon uygulaması ile birlikte MS’un düşük dozu 1000 L/ha⁻¹ ile yapılan kombinasyonda hastalık çıkışı %22.4 olmuş ve %72.5 etki sağlanarak başarı elde edilmiştir. FORL nedeni hastalığın yoğun olmadığı serada (%34.1) ise yapılan bütün uygulamaların hastalık çıkışını azalttığı ve bu uygulamaların toprak dezenfeksiyonu amacıyla önerilebileceği ortaya konmuştur. FORL nedeni kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının düşük olduğu serada solarizasyon ve metham sodium’ un düşük dozu 1000 L/ha⁻¹ ile yapılan kombinasyonda hastalık çıkışı %4.1, etki %88.6 olmuş, yalnız solarizasyon uygulamasında ise hastalık çıkışı %10.8, etki %67.2 olarak belirlendiği bildirilmiştir (Yücel ve ark., 2007).

McGoven and Obreza (2007), yaptıkları bir seri domates tarla denemesinde, metham sodium yastık hazırlığından önce toprak uygulaması şeklinde tohum/fide yatağına iyice karıştırıldıktan sonra, şeffaf plastikle solarize edilen 5 cm derinliğindeki toprakta kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni FORL popülasyonlarını azaltılabileceğini ve bunlara ek olarak, 6 haftalık toprak solarizasyonu, metham sodium (Vapam, 935 L/ha) ve kanalizasyon artığı kompost

kombinasyonları kök ve kök çürüklüğüne karşı araştırılmıştır. Burada önce toprak yüzeyine kanalizasyon artığı kompost karıştırılmış ve vapam püskürtülerek 23 cm derinliğe karıştırılmıştır. Kompost ve vapam uygulamasını takiben yastık yapılarak, bu yastıklar hemen polietilen ile malçlanmıştır. Bunun yanında bazı yastıklar sadece solarize edilmiştir. Bu uygulamaların yapılmış olduğu yastıkların 5, 15 ve 23 cm derinliklerinden data logger ile sıcaklıklar ölçülmüştür. Her parselde en az 32 bitki olacak şekilde yastıklara domates bitkileri dikilmiş ve iki kez meyve hasadından sonra bitkiler sökülerek kök ve kök boğazı çürüklüğü için değerlendirme yapılmıştır. Kök ve kök boğazı çürüklüğü oluşumu Vapam ve solarizasyon+Vapam uygulamalarında önemli ölçüde azaltılırken, hastalık şiddeti ikinci uygulama ile azaltılabilmektedir. Uygulamalar arasında pazarlanabilir ürün yönünden bir farklılık olmamıştır. 5 cm derinlikte bile FORL için öldürücü olan 50-60 °C sıcaklıklara erişilmemiş olması nedeniyle, solarizasyon tek başına başarılı olamadığı bildirilmiştir.

Eshel et al. (2000), metham sodium' un azaltılmış dozu (10 ml/m²) ve 8 günlük solarizasyon kombine uygulamasında, FORL propagüllerinin canlılığı (%mortality) 10 cm derinliğinde %100 ölümle sonuçlanırken, 30 cm'de %80 başarı elde edildiğini tespit etmişlerdir. Tek başına solarizasyon uygulanan parsellerde ise 10 cm toprak derinliğinde %90, 30 cm' de yaklaşık %18 patojen popülasyonunda azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Yücel ve ark. (2009), örtü altı domates seralarında FOL ve kök-ur nematodu (*Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incognita*) ile mücadelede solarizasyonun tek ve düşük doz fumigant kombinasyonlarını araştırmışlardır. Bu çalışmada, FOL ile mücadelede %62.5 oranında bulaşık serada tek başına solarizasyon uygulamasında hastalık oranı %39.2 ve etki %35 iken, solarizasyon ile metham sodium' un 1000 L/ha⁻¹ dozundaki kombine uygulama durumunda hastalık çıkışı %11.6 ve etki %83.9 ile FOL hastalığını baskılamada bu kombinasyon en başarılı olarak bulunmuştur.

Metalaxyl-M (mefenoxam), etki yeri özelleşmiş fungusitlerden Phenylamide'ler grubuna dahil bir fungusittir. Phenylamide'ler kendi içinde üç alt gruba bölünmüştür. Bu alt gruplar ve içerdikleri etkili maddeler; acylalanine'ler:

Metalaxyl, furalaxyl ve benalaxyl; butrolacton'lar: Ofurace ve cyprofuram; oxazolidinone'ler; Oxadixyl'dir (Müller and Gisi, 2007; Roberts and Hutson, 1999). Metalaxyl, AB ülkelerinde 2003 yılında piyasadan çekilmiş ve yerine izomeri mefenoxam geçmiştir. Gerek metalaxyl gerekse mefenoxam hem tohumlara, hem fideliklere, hem toprağa ve hem de bitkilerin yeşil kısımlarına uygulanabilen fungusitlerdir. Toprakta kalıcılıkları uzundur ve diğer fungusitlerle karışabilir. Önerilere uygun kullanıldığında fitotoksik etkisinden söz edilmemektedir. Kuru havalarda etkililiği azalmaktadır. Toprakta uygulandığında, organik maddece zengin topraklarda etkililiği istenilen düzeyde olmayabilmektedir. Aynı grup üyesi olan benalaxyl, furalaxyl, ofurace ve oxadixyl'de hem toprağa, hem yeşil kısımlara ve tohumu uygulanabilirliği bildirilmiştir (Thomson, 1997). Metalaxyl, turuncgillerde hafif bir herbisit etki gösterebilmektedir. Mefenoxam'da ise böyle bir etkiden söz edilmemektedir (Müller and Gisi, 2007). Bu grubun etki mekanizması konusunda en fazla çalışılmış fungusit metalaxyl'dir. Yapılan çalışmalara göstermiştir ki, RNA'ya uridine'in bağlanması metalaxyl'e çok duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Davidse, 1982; Fisher and Hayes, 1982). Yapılan çalışmalara göre, phenylamide grubu fungusitler RNA sentezini, DNA sentezine oranla daha fazla engellemektedir (Fisher and Hayes, 1982). Ülkemizde metalaxyl-M+fludioxonil etkili madde içeren FS (Akıcı tohum ilacı) formülasyon tipinde biber ve domateste fide kök çürüklüğü etmenlerine (*Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp.) ruhsatlı preparat (Maxim XL 035 FS) bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Prochloraz, prothioconazole ve tebuconazole etkili maddeleri ise yine etki yeri özelleşmiş fungusit gruplarından Sterol Biyosentezini Engelleyen (SBI) gruba dahildirler. Kimyasal yapıları açısından SBI fungusitler değişik gruplardan oluşmaktadır. Bu gruplardan en önemlileri ve en geniş olanları, imidazole'ler ve triazole'lerdir. Bu iki grup içinde tarımsal amaçlı fungusitlerin yanı sıra, tıpta ve veteriner hekimlikte kullanılan etkili maddeler yer almaktadır (Kapteyn, 1993; Köller, 1999). SBI adı altında çok sayıda fungusit bulunmaktadır ve bu fungusitler pasları, küllmeleri, rastıkları hatta tohum ve toprak kaynaklı hastalık etmenlerini içeren Ascomycotina, Deuteromycotina ve Basidiomycotina üyesi birçok patojenin neden olduğu değişik hastalıklara etkili oldukları bildirilmiştir (Dutzmann and Suty-Heinze, 2004; Fajardo, 2006; Köller, 1999; Robert and

Hutson, 1999; Schwinn, 1983). SBI'nın 1960'lı yılların sonlarında piyasaya çıkan ve ilk fungusitlerinden olan dodemorph, triadimefon, triadimenol, bitertanol ve triarimol 1.jenerasyon etkili maddeler olarak nitelenmektedirler. Daha sonra propiconazole, prochloraz gibi etkili maddeler piyasaya sürülmüştür. Söz konusu grubun son fungusitleri ise 1990'lı yılların 2.yarısında piyasaya verilmiş olan spiroxamine ile 2000'li yıllarda piyasaya çıkmış olan prothioconazole'dür (Jautelat et al., 2004; Tieman et al., 1997). SBI fungusitler adlarından da anlaşılacağı gibi fungal sterollerin biyosentezidir. Biyokimyasal olarak funguslar, bitkisel ve hayvansal organizmaların farklı ve özelleşmiş sterollere sahiptirler. Bu nedenle, söz konusu fungusitler, özel engelleyiciler olarak geliştirilmişlerdir (Kuck and Vors, 2007). Buğday bitkisinde kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerine (*Pseudocercospora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.) karşı prothioconazole+tebuconazole etkili maddelerini içeren FS (Akıcı tohum ilacı) formülasyonunda ilaç ruhsatlıdır. Prochloraz aktif maddesi ülkemizde EC 450 g/L formülasyonunda arpa ve buğday da kök boğazı yanıklığına (*Pseudocercospora herpotrichoides*, *Rhizoctonia ceralis*, *Fusarium culmorum*), prochloraz+epoxiconazole DC (Dispers olabilen konsantre) 150+42 g/L formülasyonunda buğdayda fide yanıklığı, kök ve kök boğazı çürüklüğü (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp.) etmenlerine karşı ruhsatlıdır (Anonim, 2012).

Fludioxonil ise, ülkemizde domates ve biber fide kök çürüklüğü etmenlerine (*Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp.) karşı FS (Akıcı tohum ilacı) formülasyonunda ruhsatlıdır (Anonim, 2012). Phenylpyrrole'ler grubuna dahildir. Bu grup *Pseudomonas pyrocinia* tarafından oluşturulan ve antifungal özellikteki bir bileşik olan pyrrolnitrin'den türevlenmişlerdir (Gasztonyi and Lyr, 1995). Pyrrolnitrin, önce insanlarda tropikal amaçlı antimikrotik ilaç olarak geliştirilmiştir. Daha sonra, sera testlerinde pek çok patojene etkili bulununca, fungusit olarak üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Ancak, yüksek ışık duyarlılığı tarımda kullanımını engellemiştir. Yapılan çalışmalar sonucu, tarımda kullanıma uygun, ışık duyarlılığı daha düşük analogları sentezlendiği bildirilmiştir (Ackerman et al., 2007). Söz konusu grup kapsamında ticari olarak geliştirilmiş iki fungusit bulunmaktadır: Fenpiclonil ve fludioxonil (Köller, 1999), bu grup üyeleri oldukça geniş bir etki spektrumuna sahiptirler. Tahıllarda, patatest, meyvelerde, mısır ve çeltikte patojen olan

Alternaria solani, *Aspergillus* spp., *Botrytis cinerea*, *Cercospora arachidicola*, *Cochliobolus sativus*, *Fusarium* spp., *Monilinia* spp., *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Pyrenophora teres*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotium*, *Sclerotium rolfsii* gibi Ascomycotina, Basidiomycotina ve Deuteromycotina üyeleri etki spektrumu içindedir. Buna karşın, Oomycotina üyelerine etkisiz oldukları tespit edilmiştir (Ackerman et al., 2007; Koch and Leadbeater, 1992). Ancak günümüzde, bu geniş etki spektrumu ticari preparatlara tam anlamıyla yansımamıştır. Fenpiclonil en yoğun biçimde, tohum ve patateslerde yumru ilaçlaması biçimde *Septoria* spp.'ye ve adi sürmeye, *Fusarium* spp.'ye, *Rhizoctonia* spp.'ye ve *Alternaria* spp.'ye karşı kullanılmaktadır. Fludioxonil'de tohum ilacı olarak patateslerde yumru ilaçlaması biçiminde hemen hemen aynı patojenleri öldürmek amacıyla kullanılabileceği gibi, özellikle cyprodinil ile karışım halinde *B. cinerea*'ya karşı da, püskürtme biçiminde kullanılabildiği bilinmektedir (Kanetis et al., 2006). Fenpiclonil sistemik ve kontakt bir fungusittir. Fludioxonil ise, sistemik özelliğe sahip değildir (Roberts and Hutson, 1999). Sistemik olmamasına karşın, bitki dokularına iyi penetre olabilme özelliğinde olduğu bilinmektedir (Thomson, 1997). Phenylpyrrole'lerin etki mekanizmasının, funguslarda şeker ve amino asit alımıyla ilgili olduğu bildirilmektedir (Jespers et al., 1993).

Strobilurin'ler methoxyacrylate'lar (MOAs) olarak da adlandırılan oldukça yeni bir gruptur. Bazı yazarlara göre ise, bu grup üyeleri, famoxadone, fenamidone ile birlikte quinone dış engelleyicileri (quinone outside inhibitors=Qol) olarak da bilinmektedirler (Fishel, 2006; Pasche et al., 2005). Strobilurin'lerin geliştirilmesi, doğal antifungal engelleyicilerden strobilurin A'ya, oudemansin A'ya ve myxothiazol A'ya dayanmaktadır. Bu antifungal bileşiklerin her üçü de, Basidiomycotina sınıfı üyesi şapkaklı funguslar tarafından salgılandığı saptanmıştır (Mizutani et al., 1995). Söz konusu grubun tamamen sentetik yapıdaki üç analogu azoxystrobin, kresoxim-methyl ve SSF-126 (metominostrobin) öncelikle üzerinde çalışmalar yapılmış fungusitlerdir (Mizutani et al., 1996; Roberts and Hutson, 1999). Strobilurin analogları geniş etki spektrumlu fungusitlerdir. Birçoğu ABD'de Çevre Koruma Bürosu (EPA) tarafından "düşük riskli pestisitler" olarak ruhsatlanmışlardır (Vincelli, 2007). Genelde, Oomycotina, Basidiomycotina ve Ascomycotina/Deuteromycotina

üyelerine etkilidirler. Kontakt etkilerin yanı sıra, translaminar, bazıları sistemik, hatta buhar fazının difüzyonu sonucu quasisystemic (mesosistemik) özelliklerinin olduğu bildirilmektedir (Baldwin et al., 1996; Gold et al., 1996; Haeuser-Hahn et al., 2002). Strobilurin'lerin doğadaki durumları konusunda değişik araştırmalar yapılmıştır. Trifloxystrobin, bitkilere uygulandıktan sonra hızla parçalandığından kalıntı tehlikesi yoktur. Aynı şekilde, doğadaki kalıcılığı da çok kısa olduğu bildirilmektedir (Ebeling et al., 2003). Bu grup fungusitler fitotoksosite açısından avantajlı bileşiklerdir. Ancak bazı koşullarda fitotoksik etkide olabilirler. Örneğin, bazı elma çeşitleri, özellikle McIntosh çeşidi azoxystrobin'e bir miktar duyarlı olduğundan, elmalarda dikkatli olunmalı ve önerilenin üzerindeki dozlar kullanılmamalıdır. Trifloxystrobin'in don olan koşullarda ya da donmuş iken çimlere uygulanması önerilmemektedir (Thomson, 1997; Vincelli, 2007). Strobilurin'ler, funguslarda yeni bir etki yerine sahiptir. Bu grup fungusitler, mitokondrial membranın iç kısmındaki cytochrom *bc₁* kompleksinde (ubihydroquinone UQ= cytochrome c oxidoreductase, sinonimi complex III) cytochrome *b*'ye bağlanarak elektron taşınımını ve sonuçta da mitokondrial solunumu engellediği bildirilmiştir (Baldwin et al., 1996; Bartlett et al., 2002; Gold et al., 1996; Köller et al., 2001; Vincelli, 2007; Ziegler et al., 2003). Azoxystrobin+metalaxyl-M+fludioxonil etkili madde içeren Dynasty CST preparatı pamuk bitkisinde fide kök çürüklüğü (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp.) etmenlerine karşı ülkemizde ruhsatlıdır (Anonim, 2012).

İtalya'nın kuzeyinde yapılan bir çalışmada (Gullino et al., 2002), azoxystrobin' in domateste *Fulvia fulva*, *Botrytis cinerea* ve *Phytophthora infestans*, marulda *Bremia lactucae* ve *Botrytis cinerea*, kabakta *Erysiphe cichoracearum* ve *Sphaerotheca fuliginea*'ya karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada azoxystrobin ve trifloxystrobin'nin birlikte kullanılması ile karanfilde *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*, *Rhizoctonia solani* ve *Phytophthora nicotianae* etmenlerine karşı başarılı sonuçlar aldığı belirtilmiştir.

Akgül (2005), patojenik karakterdeki *F. culmorum*'un neden olduğu hastalığa karşı bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin reaksiyonları, farklı gübre ve fungusit uygulamalarının hastalık gelişimine etkileri araştırmıştır. İki yıllık survey çalışması ile 135 farklı tarlada, hastalık çıkışı %8-100, hastalık şiddeti %2-33.4

oranları arasında değişim göstermiş ve örnek alınan alanların tamamında hastalığın var olduğunu tespit etmiştir. Hastalıklı bitki örneklerinden *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. semitectum* ve *F. verticilloides* türlerini izole ederek, *Fusarium* cinsinin dokulardaki fungal flora içerisinde %29.4'lük oranla en sık rastlanan cins olduğunu bildirmiştir. Saksı denemelerinde, taban gübresi olarak kalsiyum amonyum nitrat (CAN) veya üçonbeş (15.15.15)'in, yirmi yirmi (20.20.0)'ye tercih edilmesiyle sap çürüklüğü gelişimini azalttığını belirtmiştir. Üstten yapılan gübrelemelerde amonyum nitrat uygulanan bitkilerdeki hastalık şiddeti üre uygulananlara göre daha düşük seviyede kalmıştır. Tohumlara uygulanan fungusitlerden tebuconazole, hastalık gelişimini %47.8' lere varan oranda azaltarak en yüksek etkiyi göstermiştir. Bundan başka yeşil aksama 2 kez uygulananlardan fluquinconazole %96.3' e ulaşan oranlarda etkili olmuş ve bunu sırasıyla tebuconazole ve epoxyconazole+carbendazim adlı fungusitler (%93.9 ve %91) izlemiştir. Tarla denemesinde ise tohum ilaçlamaları arasında istatistiksel bir fark görülmemiş ancak bitkilerin tabandan CAN ve üstten amonyum nitrat ile beslendiği ve yeşil aksamdan iki kez tebuconazole ile ilaçlandığı kombine uygulamalar en başarılı sonucu verdiğini bildirmiştir.

Fludioxonil tahıl, mısır, baklagil, patates ve pirinç gibi insan beslenmede oldukça büyük öneme sahip sebze gruplarında çökerten (*F. moniliforme*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani* ve *F. subglutinans*) etmenlerine karşı bütün dünyada kullanılan ruhsatlı bir fungusittir. Zang et al. (2001), yaptıkları laboratuvar testlerinde *Fusarium* spp. etmenlerine karşı standart captan uygulamalarına göre tohum çimlenmesini %52.1 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde mısırdaki captan uygulamalarına oranla önemli derecede tarla çıkışını arttırmıştır. Fungusun tohumdaki gelişmesi captana oranla %43.9 daha az olduğu saptanmıştır.

Mamza et al. (2007), 6 farklı fungusiti (benomyl, benomyl + thiram, mancozeb, metalaxyl-M + thiomethoxan + difenconazol, tricyclazole ve carbendazim + mancozeb), 3 farklı dozda (1.5x, 1.0x ve 0.5x mg a.i/ml) hint yağı otundan (*Ricinus communis*) izole edilen *Fusarium pallidoroseum* izolatının miselyal gelişimi üzerine *in vitro* testlerde denemişlerdir. Denemeye alınan tüm fungusitlerin, fungusun petrideki miselyal gelişimini azalttığını bildirmişlerdir.

Benomyl, benomyl + thiram ve tricyclazole etkili maddeleri içeren preparatların tüm dozlarının miselyal gelişimi tamamen durdurduğunu bildirmişlerdir. Metalaxyl-M + thiomethoxan + difenconazole, carbendazim + mancozeb etkili maddeleri içeren preparatların sadece 1.5x mg a.i/ml dozları kısmen gelişimi engellemiştir. Tüm fungusitler için en etkili dozların 1.x5 mg a.i/ml olduğunu saptamışlardır.

Kılıç (1997), altmış altı *F. oxysporum* ve *F. solani* izolatu doğal olarak enfekteli toprakta yetişen soyadan izole etmiştir. Her iki izolat içinde patojenisite testleri yapılarak, yüksek, orta ve hipovirulent olarak belirlemiştir. Elli yedi *F. oxysporum* ve dokuz *F. solani* izolatu dsRNA varlığı için testlenmiştir. dsRNA varlığı hipovirulens ile ilgili değildir, bazı hipovirulens ırklarda dsRNA bulunurken, bazı ırklarda bulunmamaktadır. Ayrıca, dsRNA içeren altı *F. oxysporum* izolatın, üçü hipovirulent, ikisi orta virulent ve bir izolat yüksek virulent olduğu bildirmiştir. dsRNA içeren ve içermeyen izolatların hiçbirinde morfolojik olarak bir fark bulunmamaktadır. *F.solani* ile enfekteli hiçbir örnekte dsRNA varlığının bulunmadığı belirlenmiştir. dsRNA varlığı bulunmayan hipovirulent *F. oxyporum* izolatlarının tohumu inokulasyonu, metalaxyl tohum uygulaması ile hem kotilendonda hem de hipokotillerde önemli derecede hastalık şiddetini, kontrol parsellerine göre azalttığını belirlemiştir.

2010-2011 yılların arasında 24 farklı etkili madde serada Fusarium türlerine karşı toprak ilaçlaması, yeşil aksam ilaçlaması, sıraya uygulama, damla sulamadan verilmesi ve yumru ilaçlaması şeklinde denenmiştir. *F. avenaceum*, *F. communi*, *F. oxysporum* ve *F. solani* türleri hezaren çiçeği, lisianthus ve karpuz da denenmiştir. Denemelerde azoxystrobin, trifloxystrobin, fludioxonil+mefenoxam, pyraclostrobin, metconazole, triticonazole, Trichoderma harzianum & T. virens, organik asit, boscalid+pyraclostrobin ve cyprodinil+fludioxonil etkili madde içeren preparatların etkililikleri kontrole göre yeterli bulunmamıştır. Lisiantus'ta Fusarium solgunluğuna (*F. oxysporum*) karşı acibenzolar etkili madde içeren preparatın etkili, hezaren çiçeğinde Fusarium kök çürüklüğü (*F. oxysporum*) etmenine karşı ümit var, mısır sapı (*Dracaena deremensis*) bitkisinde gövde çürüklüğü etmenine (*F. solani*) karşı ise orta derecede etkili bulunmuştur. İki farklı sera denemesinde fludioxonil içeren preparatın lisiantusta Fusarium

solgunluğu (*F.oxysporum*) etmenine karşı toprak uygulamasında oldukça etkili olduğu ancak, *Fusarium* kök ve gövde çürüklüğü etmenine (*F.avenaceum*) karşı az etkide olduğu belirtilmiştir. Hezaren çiçeğinde *Fusarium* kök çürüklüğüne karşı (*F. oxysporum*) etkili olduğu bulunmuştur. 3 farklı karpuz denemesinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'a karşı toprak uygulamasında prothioconazole etkili madde içeren preparatın oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Vea et al., 2012).

F. oxysporum f.sp. *dianthi*'a karşı yapılan bir çalışmada mancozeb (500mg/kg^{-1}) miselyal gelişimi % 100 etkilemiş, metalaxyl-mancozeb ve bakır oxychloride (500 mg/kg^{-1}) sırasıyla %58.77 ve %76.01 oranında miselyal gelişimi engellediği saptanmıştır (Bengyella et al., 2012).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama; elde edilen FORL izolatlarının virulens değerlerinin belirlenebilmesi için patojenisite testi yapılmıştır. Patojenisite testi ile elde edilen yüksek virulens izolatlar ile preparatların *in vitro* etkinliklerini saptanarak, *in vivo* denemelerinde kullanılacak dozları belirlenmiştir. Son aşama da preparatların FORL izolatına karşı etkinliğini belirlemek için iki farklı ilde (İzmir ve Antalya) saksı denemeleri kurulmuştur.

3.1 Materyal

3.1.1 Bitki materyali

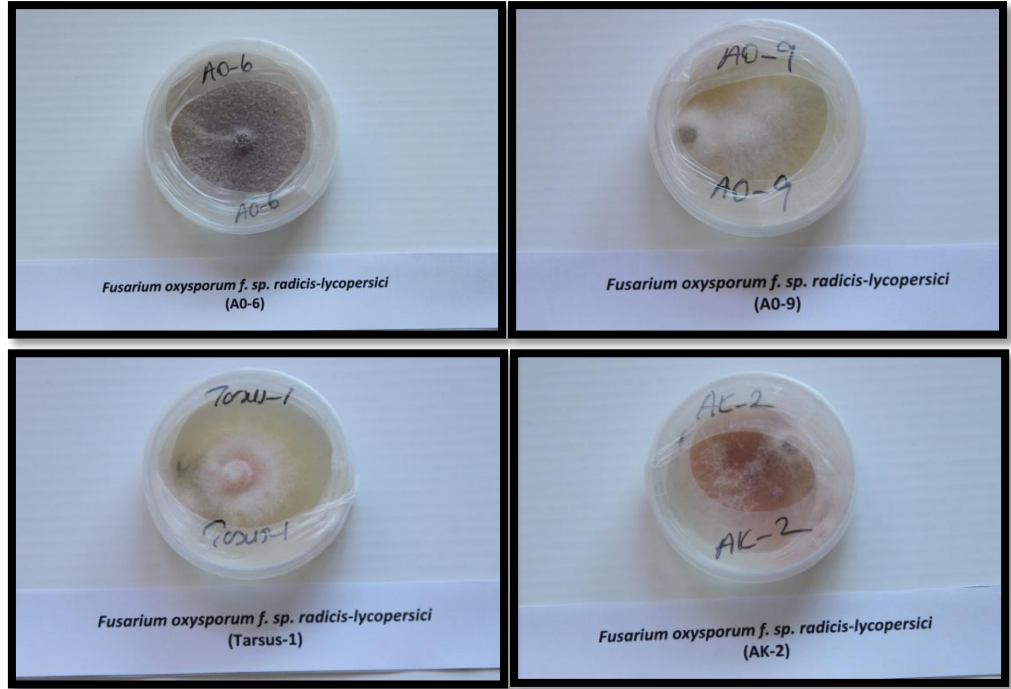
Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında yapılan patojenisite testi için Ege Fide A.Ş.'den alınan Atak çeşidi domates fideleri kullanılmıştır. E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında yürütülen saksı denemesinde Antalya Fide A.Ş.'den temin edilen Oriento çeşidi domates fideleri, Antalya'da Bircan Tarım'a ait üretim seralarında yürütülen ikinci saksı denemesinde ise Atak çeşidi domates fideleri kullanılmıştır.

3.1.2 Denemede kullanılan izolatlar

Tez çalışmasında referans izolat olarak Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu-Adana, Fitopatoloji Şubesi, Mikoloji laboratuvarında görevli Dr. Ayşegül ÇOLAK'tan temin edilen, PCR ile teşhisi yapılmış (sprlf ve sprlr primerleri kullanılarak yapılan testlerde 947 bp'lik bant oluşturan izolatlar) ve Antalya'da üretici seralarından alınan domates fidelerinden izole edilen, Çizelge 3.1'de belirtilen etmenler kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 Referans izolat olarak kullanılan etmenlerin survey alanları ve izolat kodları.

Sıra	Survey Alanı	İzolat Kodu
1	Adanalıoğlu/MERSİN	A0-6
2	Adanalıoğlu/MERSİN	A0-9
3	Tarsus	Tarsus-1
4	Karataş	AK-2
5	Antalya	BT-1
6	Adana	SH



Şekil 3.1 Referans izolatların petri görünümü.

3.1.3 Denemede kullanılan preparatlar

Denemelerde hem *in vitro* hem de *in vivo* testlerde kullanılan preparatların aktif maddeleri, ticari adları, formülasyon tipleri ve firma isimleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Denemelerde kullanılan preparatlar, aktif maddeleri, formülasyon tipleri ve ticari isimleri.

Ticari Adı	Etkili Maddesi ve oranı	Formülasyon	Firma adı
Celest Max 100 FS	Fludioxonil (100 g/L)	FS	Syngenta
Quadris	Azoxystrobin 250 g/L	SC	Syngenta
Maxim XL 035 FS	Fludioxonil (25 g/L) + Metalaxyl-M (10 g/L)	FS	Syngenta
Lamardor FS 400	Prothioconazole (250 g/L) + Tebuconazole (150 g/L)	FS	Bayer CropScience
Octave	Prochloraz (%50)	WP	Bayer CropScience
Soil-Set	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (781,18 g/L) +Bitki ekstraktı (37,06 g/L)+Demir klorür (77,86 g/L)+Çinko klorür (92,77 g/L) +Bakır klorür (74,86 g/L)+Manganez klorür (26,27 g/L)	SL	Alltech CropScience

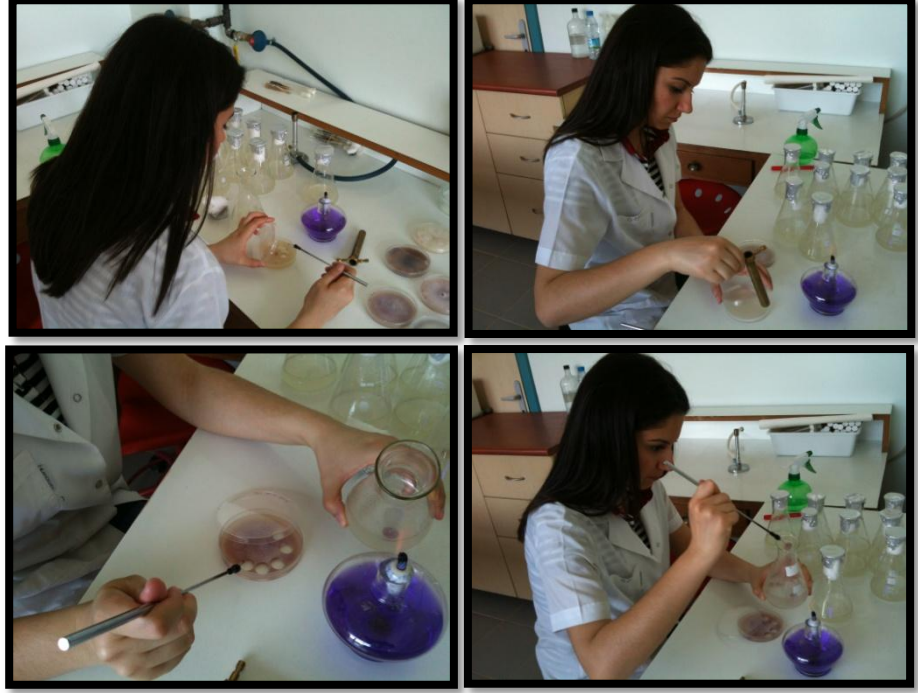
3.2 Yöntem

Denemeler *in vitro* ve *in vivo* olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu-Adana, Fitopatoloji Şubesi'nden ve Antalya'daki üretici seralarından elde edilen izolatların patojenisite testleri gerçekleştirilmiştir. Patojenisite testleri yapılan ve virulensleri belirlenen izolatlar için preparatların *in vitro* koşullarında miseliyal gelişimine olan etkinlikleri saptanmıştır. Preparatların ED₅₀ ve MIC değerleri hesaplanarak, saksı denemelerinde kullanılacak dozları belirlenmiştir. Denemenin son aşamasın da E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında ve Antalya'da Bircan Tarım A.Ş.'ye ait üretim seralarında saksı denemeleri yürütülmüştür.

3.2.1 Patojenisite testleri

Antalya'da üretici seralarında hastalık belirtisi görülen bitki örneklerinden elde edilmiş ve Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu-Adana, Fitopatoloji Şubesi'nden temin edilen FORL izolatları 25⁰C'de 14 gün geliştirilmiştir. Patojenisite testi için; 1litre saf suya 200 g patates eklenip kaynatılarak, patates suyu elde edilmiştir. Patates suyuna 20 g şeker eklenerek (Potatoes dextrose=PD), 250 ml'lik erlenlere paylaştırıldı ve steril edilmek üzere otoklavlandı. 25 Nisan

2012 tarihinde her bir erlene 4 adet miselyal gelişim bulunan (10 mm) disk atılarak başlanmıştır. PD içerisinde spor gelişimini hızlandırmak amacıyla çalkalayıcıda 75 rpm devirde, 14 gün (solüsyonun renk değişimi olana kadar) çalkalanmıştır (Şekil 3.2, Şekil 3.3). Her bir izolat için 2 adet erlen olmak üzere, 12 adet erlen hazırlanmıştır.



Şekil 3.2 Patojenisite testi için PD solüsyonun hazırlanması.



Şekil 3.3 Spor gelişimi için PD solüsyonlarının çalkalanması.

14 gün sonunda, solüsyonlar tülbentten süzülerek spor süspansiyonu (1×10^6 spor/ml) elde edilmiştir (Şekil 3.4). Süspansiyonun spor yoğunluğu THOMA kan sayımı lamı (hemocytometre) ile saptanmıştır.



Şekil 3.4 Tülbentten geçirilerek spor solüsyonunun hazırlanması.

Patojenisite testi için 30 Nisan 2012 tarihinde saksı toprakları hazırlanmıştır. Karışım 2/4 kum, 1/2 toprak ve 1/2 torf oranında karıştırılarak, saksılara doldurulmuştur (Şekil 3.5). Ege Fide A.Ş. tarafından temin edilen Atak çeşidi domates fideleri (testleme büyüklüğüne gelen 2-4 gerçek yapraklı fideler) viyollerden çıkartılarak akan su altında yıkanarak, kökleri torf-perlit karışımından arındırılmıştır. 4 Mayıs 2012 tarihinde 10^6 spor/ml yoğunluğunda, her bir izolat için ayrı ayrı hazırlanan solüsyonlara (Şekil 3.6) kök kısımları tıraşlandıktan sonra, 5 dakika süre ile daldırılmıştır. Negatif Kontrol bitkileri de akan su altında yıkandıktan sonra spor süspansiyonu yerine suya daldırılmıştır (Şekil 3.7) (Gordon et al., 1989; Korolev et al., 2000; Vakalounakis and Fragkiadakis, 1999).



Şekil 3.5 Patojenisite testi için hazırlanan toprakların saksılara konulması.

Her bir izolat için 1'i kontrol olmak üzere 4 saksı hazırlanmıştır. Her saksıya 3'er fide şaşırtılarak, toplam 72 domates fidesi kullanılmıştır.



Şekil 3.6 Her izolat için hazırlanan spor solüsyonları.



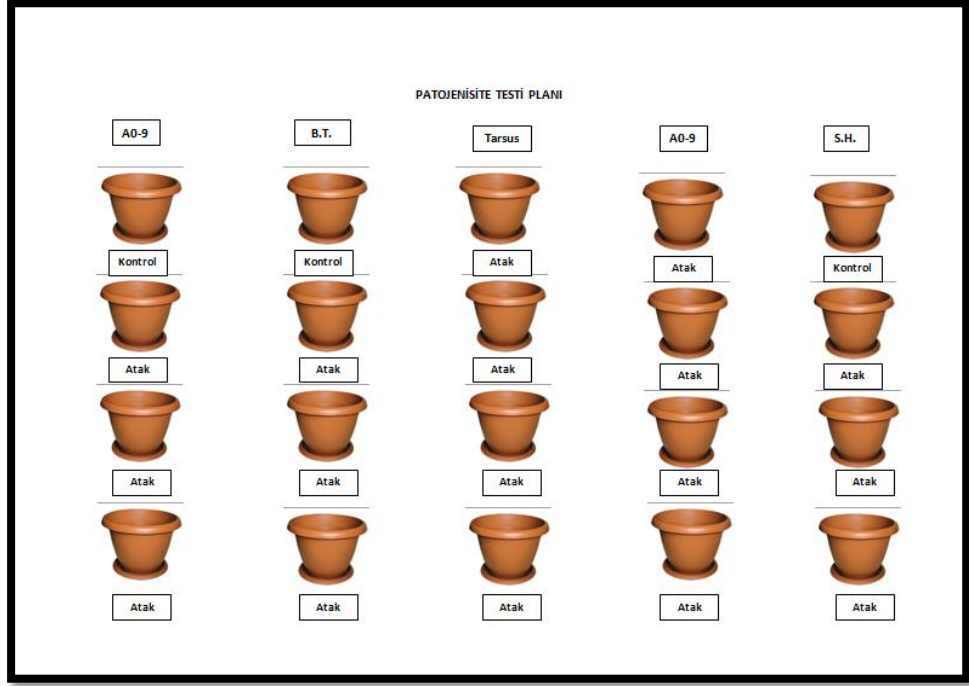
Şekil 3.7 Patojenisite testi için fide dikimi (4 Mayıs 2012).

Spor solüsyonlarında bekletilerek dikimleri yapılan fideler 24 ± 2 °C’de, 16 saat ışık ve 8 saat karanlık koşulda, yaklaşık %60-70 arasında değişen nisbi nem koşullarına sahip E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında bulunan iklim odasına Şekil 3.8’de gösterilen plan doğrultusunda yerleştirilmiştir. Kontrol bitkilerinde belirtilerin görülmeye başlamasıyla birlikte (25-30 gün sonra) Şekil 3.9’da verilen 0-3 skalasına (Datnoff, 1995) göre değerlendirme yapılmıştır.

Datnoff (1995), 0-3 skalası;

0	Hastalık yok
1	İletim demetlerinde kararma %10-25
2	İletim demetlerinde kararma %25-50
3	İletim demetlerinde kararma %50-100 (kök boğazında kararma kökten itibaren 10-15 cm)

Patojenisite testi ile pozitif sonuç veren FORL izolatları için, hastalıklı bitkilerden re-izolasyon yapılarak, mikroskopik incelemeler Nelson (1983)'e göre yapılmıştır.



Şekil 3.8 Patojenisite testi planı.



Şekil 3.9 0-3 FORL skalası (Datnoff, 1995).

Patojenisite testi sonucunda, yüksek virulens izolatlar, Çizelge 3.2’de belirtilen fungusitlerin *in vitro* koşullarında FORL izolatlarının miselyal gelişimine olan etkilerini araştırmak için seçilmiştir. Bu amaçla, laboratuara getirilen bitki örnekleri 5-10 mm’lik parçalar halinde hastalıklı ve sağlıklı dokuyu içerecek şekilde kesilmiştir. Bu bitki kısımları %0,5’lik sodyum hipoklorit (NaClO) içinde 1-2 dakika yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuş, iki kez steril saf suda yıkanmış ve kurutma kağıdı üzerinde kurutulduktan sonra Patates Dextrose Agar (PDA) besiyerlerine ekimleri yapılmıştır. Petriler $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de inkubasyona bırakılmıştır. Tanıları yapılan izolatların saf kültürleri elde edilip tüplere ekilmiş ve daha sonra kullanılmak üzere $+4^{\circ}\text{C}$ ’de buzdolabı koşullarında saklanmıştır.

3.2.2 Preparatların *in vitro* koşullarında FORL’nin miselyal gelişimine olan etkinliklerinin saptanması

Fungisitlerin, izolatların miselyal gelişimine olan etkinlik düzeylerinin saptanmasında PDA besiyerinden yararlanılmıştır. Preparatlar *in vitro* koşullarında 0 (kontrol), 1, 3, 10, 30, 100 µg/ml etkili madde yoğunluklarında eklenmiş, daha sonra elde edilen sonuçlar ışığında bazı preparatların alt ve üst dozları olmak üzere Çizelge 3.3’de belirtilen etkili madde yoğunluklarında karıştırılmıştır.

Çizelge 3.3 Preparatların *in vitro* denemelerinde kullanılan dozları.

Preparat	Kullanılan dozlar (µg/ml)
Fludioxonil (100 g/L)	0, 1, 3, 10, 30, 100, 150, 200, 250
Azoxystrobin 250 g/L	0, 1, 3, 10, 30, 100, 150, 200, 250
Fludioxonil (25 g/L)+Metalaxyl-M(10 g/L)	0, 1, 3, 10, 30, 100, 150, 200, 250
Prothioconazole (250 g/L)+Tebuconazole(150 g/L)	0, 1, 3, 10, 30, 40, 50, 60, 80, 100
Prochloraz (%50)	0, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30, 100
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	0, %0.1, %0.3, %0.5, %0.6, %0.8, %1, %2, %3

Hedeflenen fungusit dozlarını elde edebilmek amacıyla, 1000 µg/ml dozunda hazırlanan stok solüsyonlardan seyreltmeler yapılarak 100 µg/ml ve 10

$\mu\text{g/ml}$ dozlarında stok solüsyonlar hazırlanmıştır. Her doz için son seyreltme, besi yerine ekleme aşamasında olmuştur. Stok solüsyonlarından istenilen dozlar mikro pipet yardımıyla çekilmiş, otoklavda steril edildikten sonra $46-50^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulmuş 250 ml'lik otoklav şişelerinde bulunan PDA besi yerlerine eklenerek (Şekil 3.10), karıştırılmıştır (Delen ve ark., 1984). Yalnızca, *L.acidophilus* etken maddeli preparat hazırlanırken, % üzerinden hesaplanmıştır. Daha sonra, hazırlanan PDA besi yerleri steril petrilere eşit miktarda dökülerek, donması için 12 saat UV ışık altında bekletilmiştir (Şekil 3.11). Testler için $23-24^{\circ}\text{C}$ ve 24 saat karanlık inkubatörde geliştirilen fungal izolatlara ait dört günlük kültürler kullanılmıştır. Denenecek kültürlere ait kolonilerin kenarlarından cork-borer (mantar delici) yardımı ile alınan 4 mm çapındaki diskler, fungusit içeren ve içermeyen (kontrol) besi yerlerine ekilmiştir. Ekimler sırasında, disklerin fungal gelişim olan yüzeylerinin besi yerine değmesine dikkat edilmiş ve her petri kabına üçer disk konulmuştur. Denemeler, üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Petriler, ekim yapıldıktan sonra $23-24^{\circ}\text{C}$ 'de ışısız inkubatörde bekletilmiştir (Şekil 3.12) (Delen ve ark., 1984).

Yapılan ön çalışmalarda elde edilen sonuçlar ışığında, inkubasyondan dört gün sonra FORL izolatlarının koloni gelişimleri, çap ölçümleri yapılarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.13). Bu ölçüm sonuçları ile her izolatın her fungusit için ED_{50} (miselyal gelişimi %50 engelleyen doz) ve MIC (miselyal gelişimi engelleyen en düşük doz, fungusun hiç gelişmediği ilk doz) değerleri saptanmıştır. ED_{50} değerleri, her izolat için kontrole göre fungusit dozlarındaki yüzde gelişim oranları hesaplanmış ve bu oranlar log-probit kağıdı yardımıyla bulunmuştur (Georgopoulos and Dekker, 1982).



Şekil 3.10 Preparatların istenilen dozlarda besi yerine karıştırılması.



Şekil 3.11 PDA'ların dökümü ve 12 saat UV ışık altında bekletilmesi.



Şekil 3.12 Ekimleri yapılan petrilerin inkubatöre kaldırılması.



Şekil 3.13 Sonuçların değerlendirilmesi ve fotoğraf çekimi.

Hesaplanan ED_{50} ve MIC verileri ışığında *in vivo* denemeleri sırasında kullanılacak olan preparatların dozları belirlenmiş ve yüksek virulens ırk ile sakı denemeleri hazırlıklarına başlanmıştır.

3.2.3 Serada yürütülen *in vivo* denemeleri

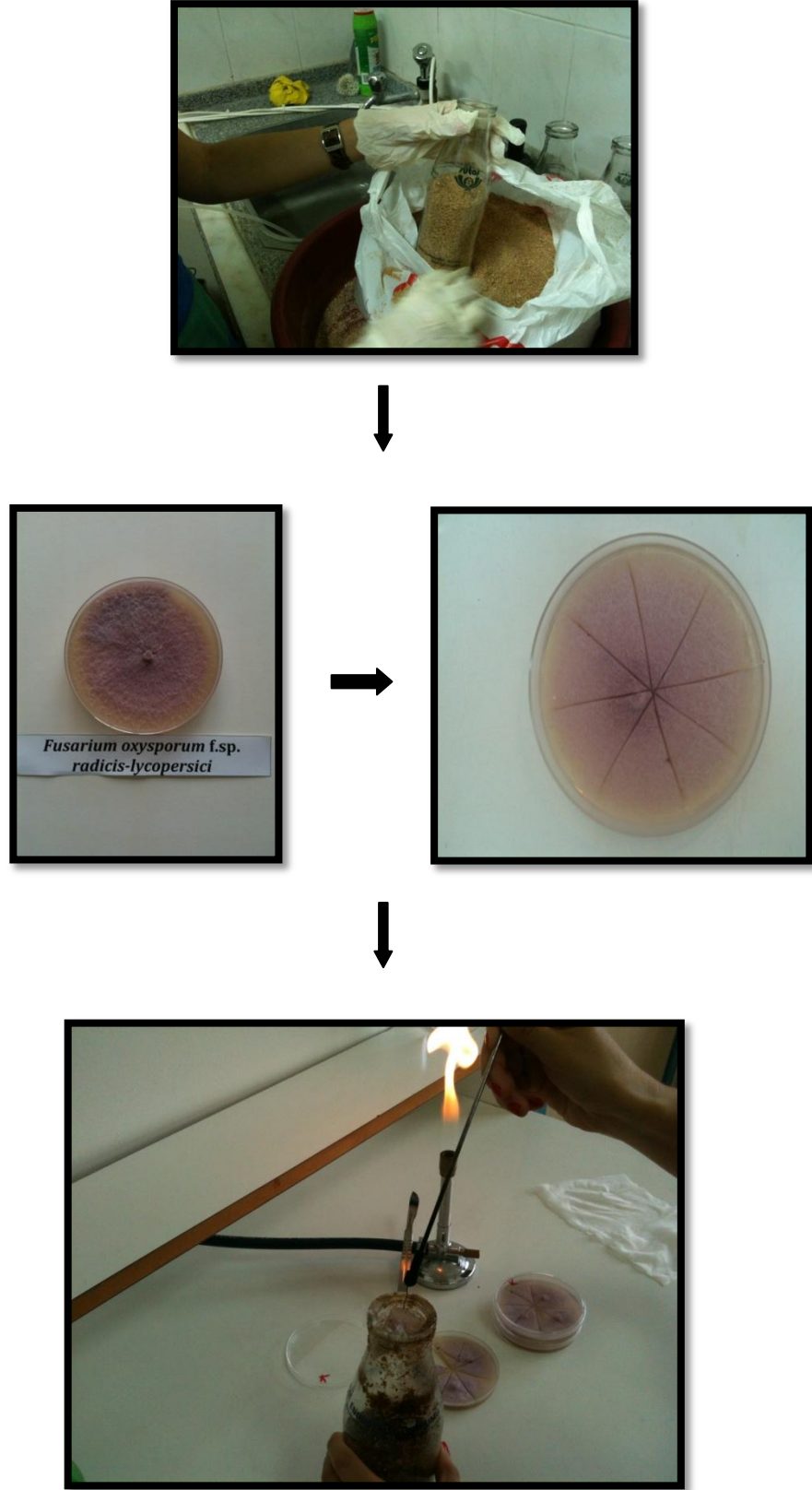
Denemenin son aşamasın da E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında ve Antalya da Bircan Tarım A.Ş.'ye ait üretim seralarında saksı denemeleri yürütülmüştür. Her iki saksı denemesi için yüksek virulens ırk ve Çizelge 3.2'de belirtilen preparatlar, yapılan *in vitro* testleri sonucunda belirlenen Çizelge 3.4'de ki dozlarda uygulanmıştır.

Çizelge 3.4 Saksı denemelerinde kullanılan preparatlar ve uygulama dozları.

Fide Bandırma Programı	Kullanılan Etkili Madde	Dozu (100L su)
1.Program	Fludioxonil (100 g/L)	200 ml/100 L
2.Program	Azoxystrobin (250 g/L)	100 ml/100 L
3.Program	Fludioxonil (25 g/L) + Metalaxyl-M (10 g/L)	400 ml/100 L
4.Program	Prothioconazole (250 g/L) + Tebuconazole (150 g/L)	50 ml/100 L
5.Program	Prochloraz (500 g/L)	100 g/100 L
6.Program	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1000 ml/100 L
7.Program	Kontrol	-

3.2.3.1 Suni inokulumun hazırlanması

Saksı denemelerinde yapay inokulasyon hazırlamak amacıyla buğday kepeği bir leğen içerisinde nemlendirilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan kepek 15 adet 500 ml'lik cam şişelere konularak, pamuk ve alüminyum folyo ile kapatılarak, sterilizasyon amacıyla otoklavlanmıştır. PDA besi yerinde geliştirilen FORL izolatları steril bisturi yardımıyla kesilerek (8 eş parça) misel gelişimi olan kısımlar kepek üzerine gelecek şekilde ikişer parça, her bir şişeye eklenmiştir. Hazırlanan kepekler fungus gelişimi için 24⁰C'de 14 gün inkube edilerek, koloni gelişiminin iyi olabilmesi için şişeler belirli aralıklarla karıştırılmıştır (Şekil 3.14) (Prof. Dr. Gülay TURHAN ile sözlü görüşme).



Şekil 3.14 Kepeklerde FORL izolatının hazırlanması.

Saksı denemelerinin ilk aşaması olan Antalya’da Bircan Tarım A.Ş.’ye ait üretim seralarında gerçekleştirilen çalışmalar için kepekler 24 Ağustos 2012 tarihinde, E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında yürütülen ikinci aşaması için 1 Ekim 2012 tarihinde hazırlanmıştır. 14 gün 24 ± 2 °C’de inkube edilmiş, homojen gelişim olması için belirli aralıklarla kontrol edilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 İnkube edilen kepekler.

Homojen gelişim sağlanan kepekler, saksı topraklarına karıştırılmak Bircan Tarım A.Ş. üretim seralarına götürülmüştür. Aynı şekilde hazırlanıp, 14 gün inkube edilen kepekler E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında toprağa karıştırılmıştır.

3.2.3.2 Saksı denemelerinin kurulması ve değerlendirilmesi

İki farklı bölgede gerçekleştirilen saksı denemelerinin ilki, 9 Eylül 2012 tarihinde Antalya ilinde Bircan Tarım A.Ş.’ye ait üretim seralarında kurulmuştur. İnkubasyon sonucunda koloni gelişimi sağlanan kepekler 1/39 oranında toprak-torf ile karıştırılarak saksılara konulmuştur (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Bircan Tarım A.Ş üretim serasında saksıların hazırlanması.

Antalya’da yürütülen denemede her bir karakter için 20 saksı (5 saksı kontrol), her saksı da 1 adet domates fidesi bulunacak şekilde deneme planı oluşturulmuştur. Domates fidelerinin köklerin de patojen girişi için yara açıldı (Şekil 3.17), preparatlar belirlenen dozlarda hazırlandı (Şekil 3.18), fideler hazırlanan solüsyonlara daldırılarak dikimleri yapıldı (Şekil 3.19). Deneme yapılan seranın genel görünümü Şekil 3.20’de verildiği gibidir.



Şekil 3.17 Dikimden önce fide köklerinde patojen girişi için yara açılması.



Şekil 3.18 Saksı denemesinde kullanılacak preparatların dozlarının hazırlanması

(Antalya- 9 Eylül 2012).



Şekil 3.19 Fidelerin preparatlara bandırılması ve preparat solüsyonları.

Fide dikiminden sonra, kontrol bitkilerinde hastalık çıkışı gözlenene kadar, fideler günlük olarak sulanmış ve bu aşama da herhangi bir pestisit kullanımı olmamıştır. Kontrol bitkilerinde hastalık çıkışından sonra domates bitkileri hasta/sağlam olarak sayılıp, değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 3.20 Antalya’da yürütülen saksı denemelerinin genel görünümü.

İki farklı bölgede gerçekleştirilen saksı denemelerinin ikincisi, 15 Ekim 2012 tarihinde E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında kurulmuştur. İnkubasyon sonucunda koloni gelişimi sağlanan kepekler 1/39 oranında toprak-torf ile karıştırılarak saksılara konulmuştur (Şekil 3.21 ve Şekil 3.22).

Bitki Koruma Bölüm seralarında yapılan denemede her bir karakter için 5 saksı, her saksı da 3 adet domates fidesi bulunacak şekilde deneme planı oluşturulmuştur. 10 adet saksı kontrol olarak ayrılmıştır. Domates fidelerinin köklerin de patojen girişi için yara açılarak (Şekil 3.23), preparatlar belirlenen dozlarda hazırlandı, fideler hazırlanan solüsyonlara daldırılarak dikimleri yapıldı. Deneme yapılan seranın genel görünümü Şekil 3.24’de verildiği gibidir.

Fide dikiminden sonra, kontrol bitkilerinde hastalık çıkışı gözlenene kadar, fideler günlük olarak sulanmış ve bu aşama da herhangi bir pestisit kullanımı olmamıştır. Kontrol bitkilerinde hastalık çıkışından sonra domates bitkileri hasta/sağlam olarak sayılıp, değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 3.21 Toprak hazırlığı ve inokulumun karıştırılması.



Şekil 3. 22 İnokulumun homojen olarak karıştırılması.



Şekil 3.23 Dikimden önce fide köklerinde patojen girişi için yara açılması (İzmir-Ekim 2012).



Şekil 3.24 İzmir’de yürütülen denemeler de seranın genel görünümü.

Denemeden elde edilen veriler SPSS v. 16.0 (SPSS Inc., ABD) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P \leq 0.05$) ile belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1 *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (FORL)

İzolatları İle Patojenisite Testi

Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu-Adana, Fitopatoloji Şubesi'nden temin edilen 5 adet FORL izolatı ve Antalya'da üretici seralarından alınan domates örneklerinden izole edilen 1 adet FORL izolatının patojenisite testleri Yöntem 3.2.1'de belirtildiği gibi yapılmıştır. Sonuçlar 0-3 FORL skalasına (Datnoff, 1995) göre değerlendirilerek, izolatların virulenslikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 İzolatların virulens değerleri.

İzolat Kodu	Survey Alanı	Hastalık Şiddeti
A0-6	Adanalıoğlu/MERSİN	3
A0-9	Adanalıoğlu/MERSİN	3
Tarsus-1	Tarsus	1
AK-2	Karataş	0
BT-1	Antalya	3
SH	Adana	0

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi A0-6, A0-9 ve BT-1 izolatlarının virulenslerinin yüksek olduğu saptanırken, Tarsus-1 izolatının virulensi düşük bulunmuştur (Şekil 4.1). SH ve AK-2 izolatlarının virulenslerinin kaybolduğu yapılan patojenisite testi ile belirlenmiştir. Tipik hastalık belirtisi gösteren domates bitkisinden izole edilen BT-1 izolatının beklendiği gibi yüksek virulent olduğu bulunmuştur. Virulensleri yüksek olan 3 izolat, fungusitlerin etkinlik denemesi için seçilmiştir.



Şekil 4.1 Patojenisite testi sonuçlarına göre seçilen yüksek virulens bitkiler.

4.2 Preparatların *in vitro* Test Sonuçları

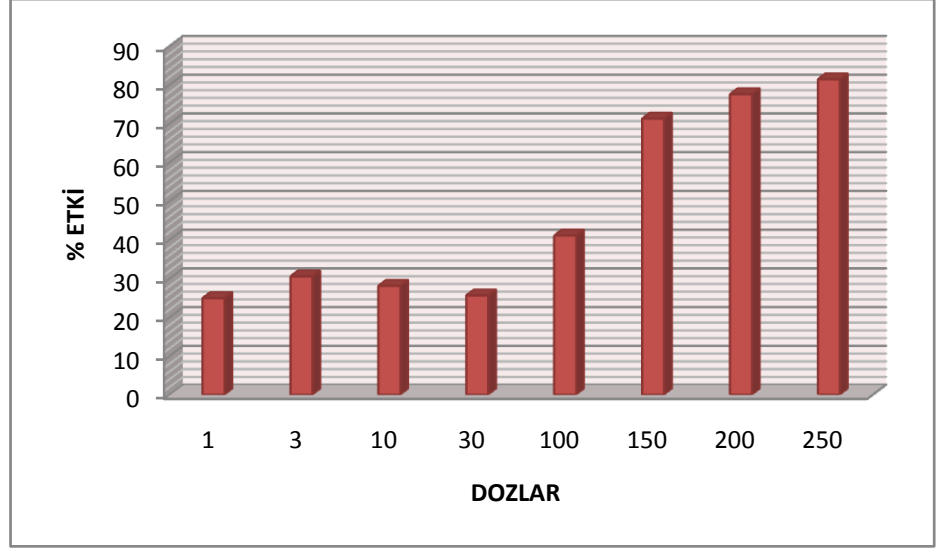
Patojenisite testi sonucu belirlenen, virulensi yüksek 3 izolata karşı preparatların etkinliği *in vitro* koşullarında belirlenmiştir. Preparatların etkililiklerini hesaplamak için petrillerdeki miselyal gelişim ölçülmüş, Townsend-Heuberger formülü'ne (Townsend and Heuberger 1943) göre yüzde hastalık şiddeti ve fungusitlerin etkileri (%) ise Abbott formülüne (Abbott, 1925) göre hesaplanmıştır.

Fludioxonil (100g/L) etkili madde içeren preparatın (Celest Max) ve azoxystrobin (250 g/L) etkili madde içeren preparatın (Quadris) etkililik (%) değerleri Çizelge 4.2 verildiği gibidir.

Çizelge 4.2 Fludioxonil ve azoxystrobin etkili madde içeren preparatların etkileri (%).

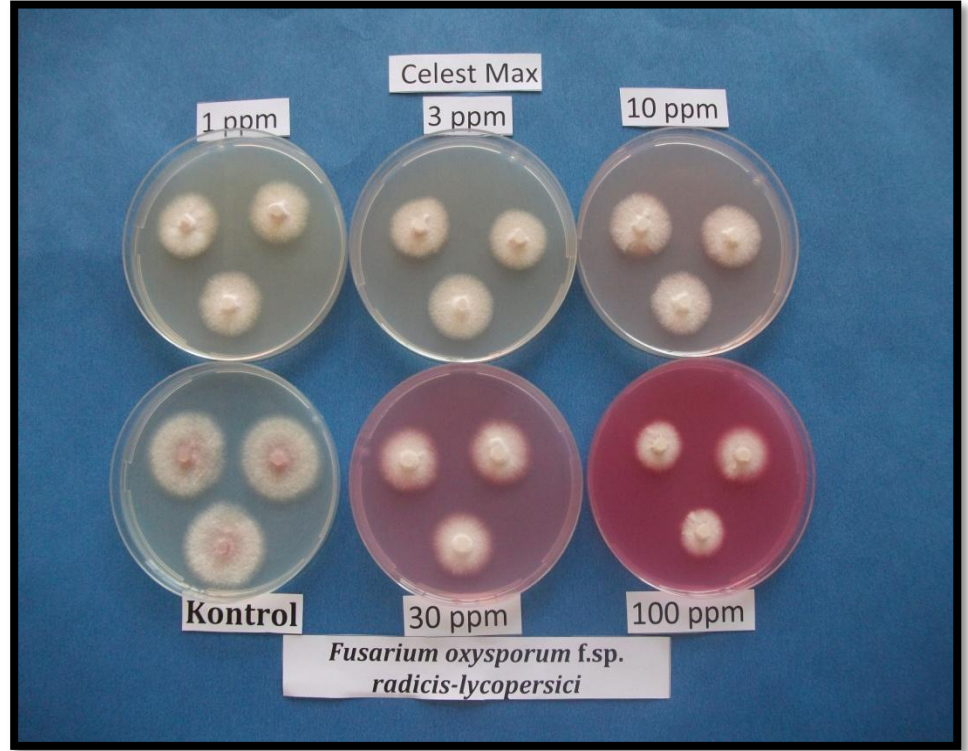
Dozlar (µg/ml)	Etki (%)					
	Fludioxonil (100g/L)			Azoxystrobin (250g/L)		
	İzolot No			İzolot No		
	A0-6	A0-9	BT-1	A0-6	A0-9	BT-1
1	24.91	25.97	23.52	48.07	47.51	40.41
3	30.52	31.14	33.40	55.78	50.25	59.14
10	28.07	29.75	30.15	51.22	55.80	60.17
30	25.61	23.47	22.17	60.70	62.05	60.59
100	41.05	41.93	39.64	63.15	68.93	66.53
150	71.22	75.36	68.14	28.07	30.62	32.83
200	77.54	79.05	78.02	36.63	37.17	35.79
250	81.40	80.36	82.07	32.98	30.28	35.39

Fludioxonil (100g/L) etkili madde içeren preparatın (Celest Max) etki (%) grafiği Şekil 4.2'te verilmiştir.

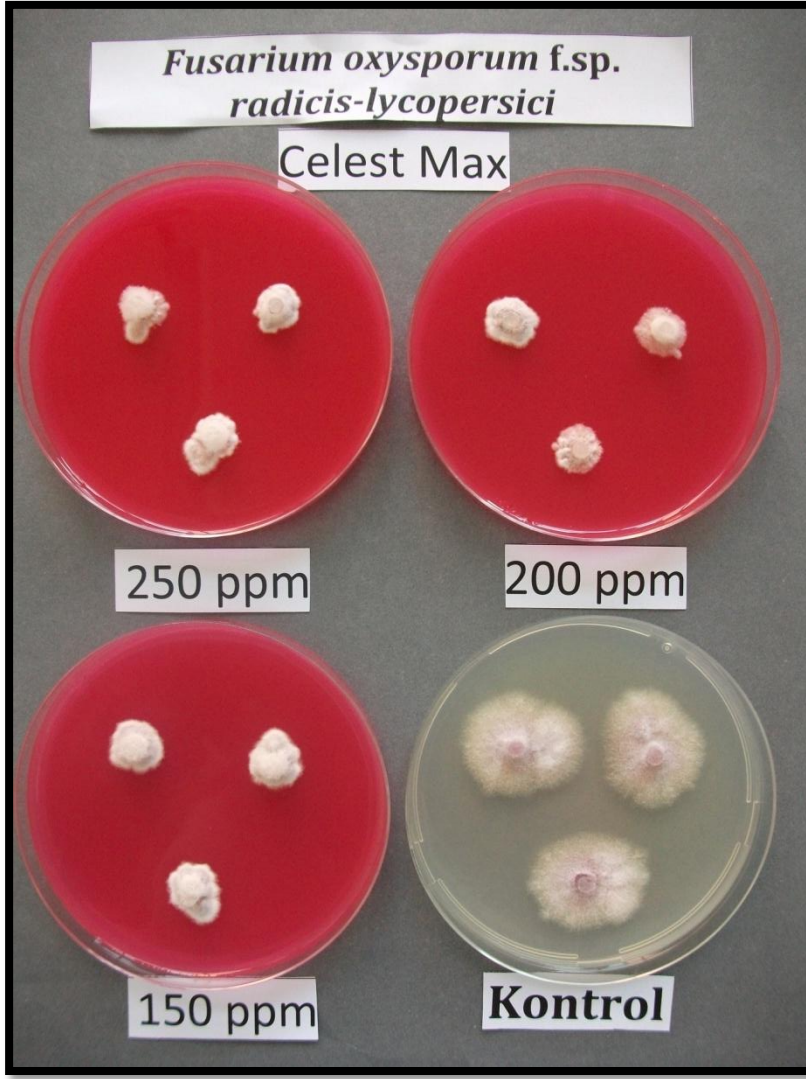


Şekil 4.2 Fludioxonil (Celest Max) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği.

Fludioxonil (100g/L) etkili madde içeren preparatın (Celest Max) *in vitro* denemelerinde FORL izolatına karşı etkililiklerinin belirlendiği petri denemelerinin sonuçları Şekil 4.3 ve 4.4’de verilmiştir.



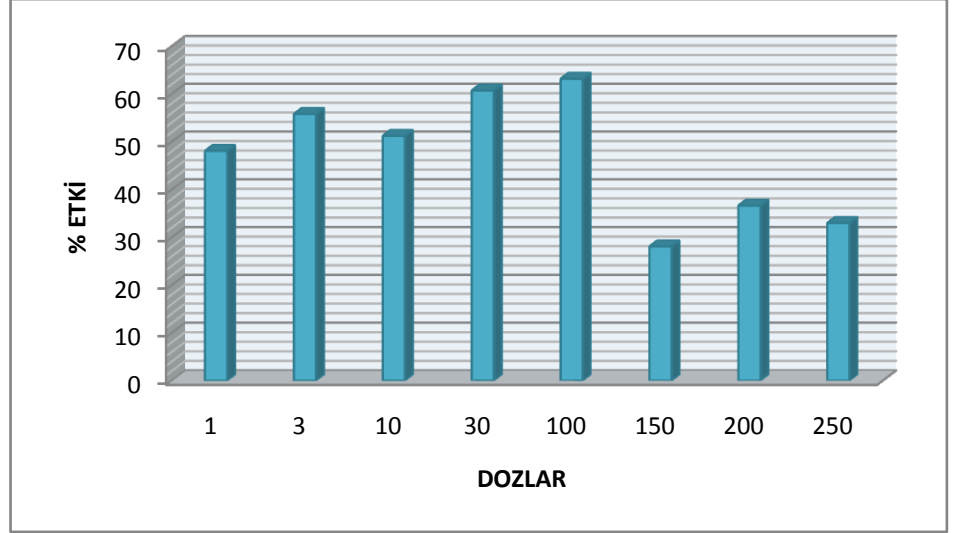
Şekil 4.3 Fludioxonil etkili madde içeren preparatın 1-100 µg/ml arası petri sonuçları.



Şekil 4.4 Fludioxonil etkili madde içeren preparatın 150, 200 ve 250 µg/ml arası petri sonuçları.

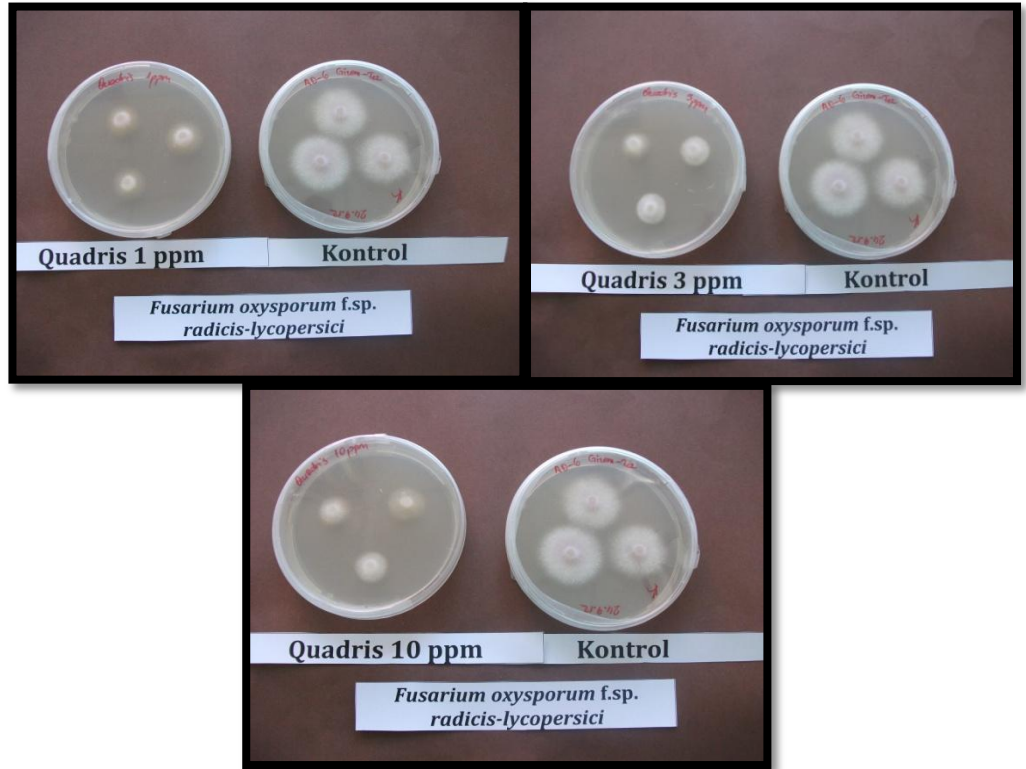
Fludioxonil etkili madde içeren preparatın (Celest Max) FORL izolatlarına etkisi (%) Çizelge 4.2’de görüldüğü gibidir. A0-6 izolatına karşı en yüksek etki 250 µg/ml dozunda %81.40 etki ile elde edilmiştir. A0-9 izolatına karşı en yüksek etki 250 µg/ml dozunda %80.36 bulunmuştur. BT-1 izolatına karşı en yüksek etki ise yine aynı 250 µg/ml dozunda %82.07 ile elde edilmiştir.

Azoxystrobin (250 g/L) etkili madde içeren preparatın (Quadris) etki (%) grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir.

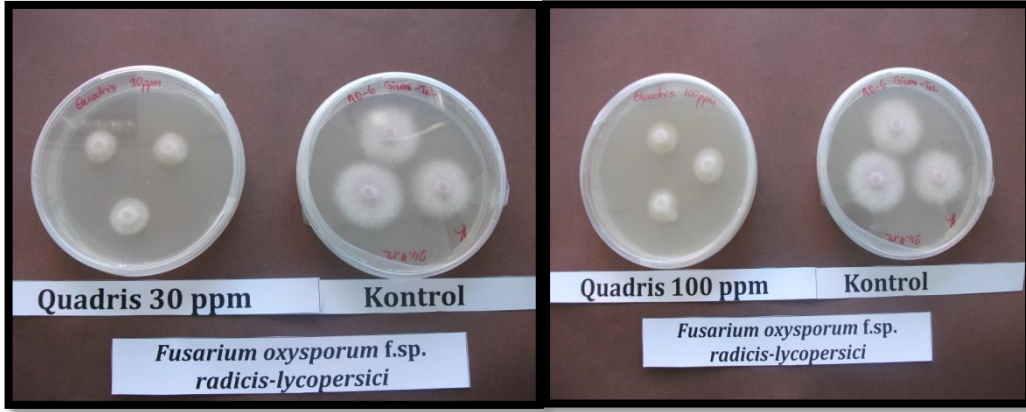


Şekil 4.5 Azoxystrobin (Quadris) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği

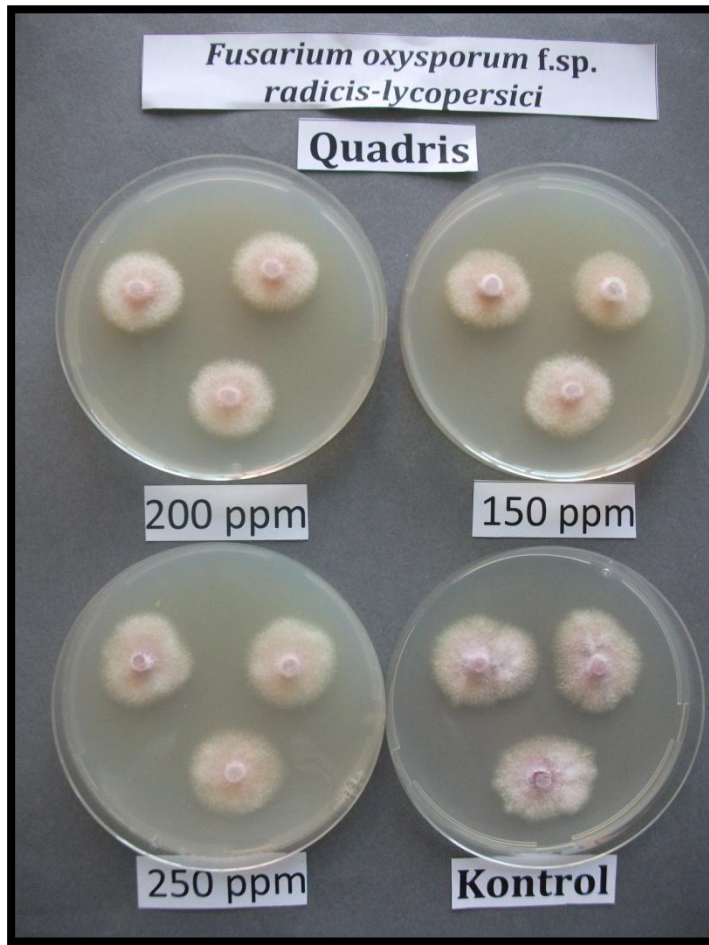
Söz konusu preparatın petri denemelerinde elde edilen sonuçlar, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de görüldüğü gibidir. 100 µg/ml dozundan itibaren preparatın kimyasal yapısından kaynaklandığı düşünülen bir etki azalması görülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.6 Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın 1,3 ve 10 µg/ml dozundaki etkileri.



Şekil 4.7 Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın 30 ve 100 µg/ml dozundaki etkileri.



Şekil 4.8 Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın 150, 200 ve 250 µg/ml dozunda

FORL'ye karşı petrideki etkileri.

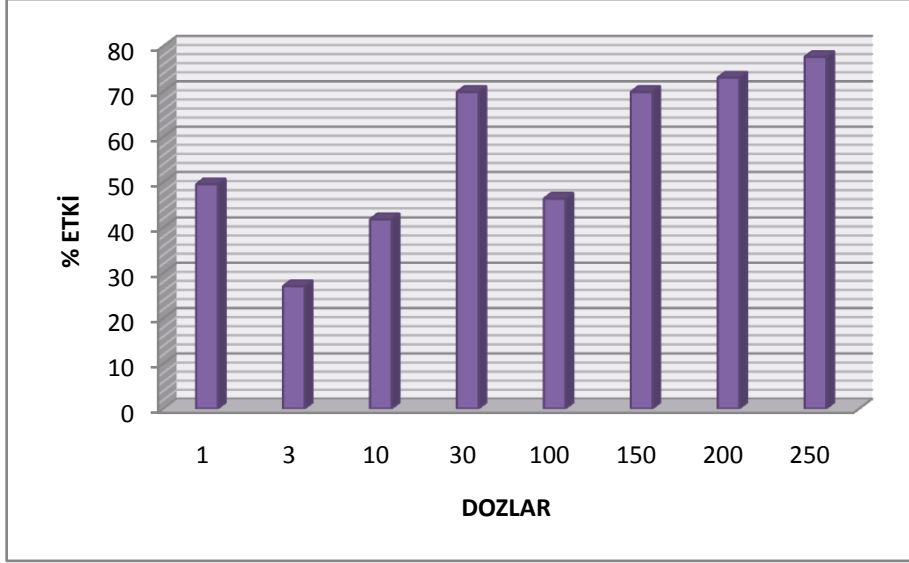
Azoxystrobin etkili madde içeren preparatın (Quadris) FORL izolatlarına etkisi Çizelge 4.2’de görüldüğü gibidir. A0-6 izolatına karşı en yüksek etki 100 µg/ml dozunda % 63.15 ile elde edilirken, A0-9 karşı en yüksek etki 100 µg/ml dozunda %68.93 ile bulunmuştur. BT-1 izolatına karşı en yüksek etki ise, 100 µg/ml dozunda ortalama %66.53 olarak saptanmıştır.

Fludioxonil (10g/L)+metalaxyl-M (25g/L) etkili madde içeren preparatın (Maxim XL) ve prochloraz (%50) etkili madde içeren preparatın (Octave) etkililik (%) değerleri Çizelge 4.3’te verildiği gibidir.

Çizelge 4.3 Fludioxonil + metalaxyl-M ve prochloraz etkili madde içeren preparatların etkileri (%).

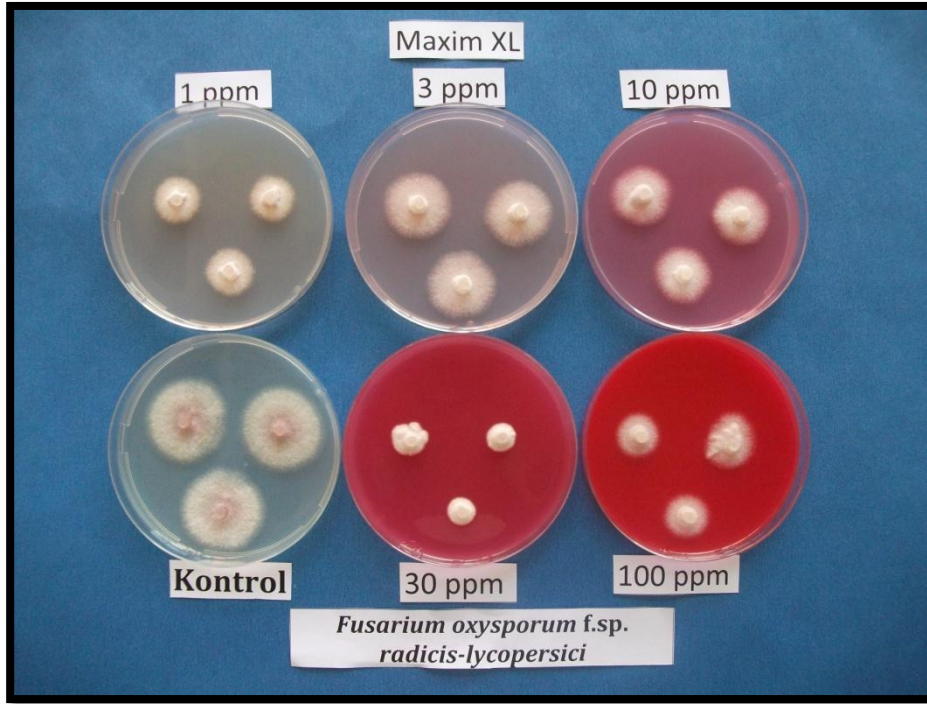
Dozlar (µg/ml)	Etki (%)						
	Fludioxonil (25g/L)+ Metalaxyl-M (10g/L)			Prochloraz (%50)			
	İzolat No			İzolat No			
	A0-6	A0-9	BT-1	Dozlar (µg/ml)	A0-6	A0-9	BT-1
1	49.47	43.76	40.33	0.1	62.10	64.07	63.74
3	27.01	38.90	35.11	0.3	94.03	93.63	95.16
10	41.75	44.52	45.09	1	100	100	100
30	69.82	75.12	60.08	3	100	100	100
100	46.31	58.92	43.63	10	100	100	100
150	69.82	70.66	69.14	30	100	100	100
200	72.98	74.51	70.58	100	100	100	100
250	77.54	79.03	78.40	-	-	-	-

Fludioxonil (10g/L)+metalaxyl-M (25g/L) etkili madde içeren preparatın (Maxim XL) etki (%) grafiği Şekil 4.9’da verilmiştir.

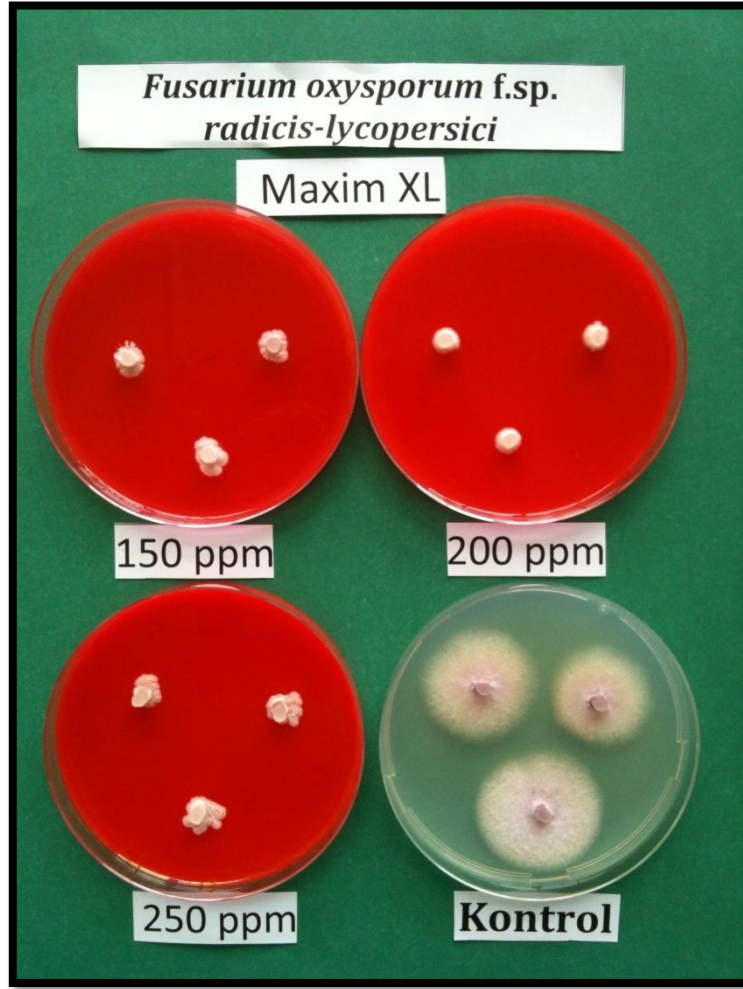


Şekil 4.9 Fludioxonil+metalaxyl-M (Maxim XL) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği.

Yapılan *in vitro* denemeleri sonunda denemede kullanılan preparatın FORL izolatına karşı petrideki miselyal gelişimleri ve gelişime olan etkisi Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verildiği gibidir.



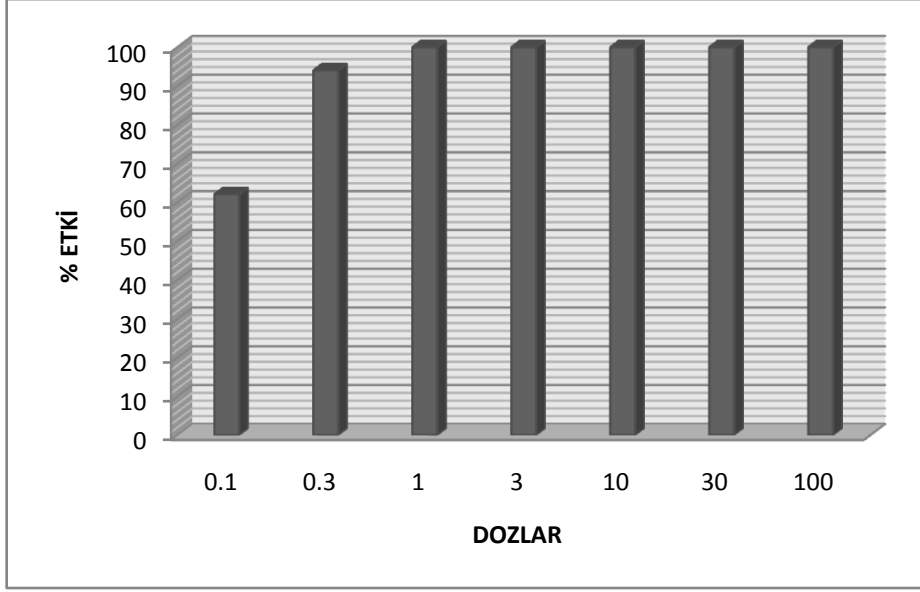
Şekil 4.10 Fludioxonil+Metalaxyl-M (Maxim XL) preparatının 1-100 µg/ml dozlarındaki petri sonuçları.



Şekil 4.11 Fludioxonil+Metalaxyl-M (Maxim XL) preparatının 150, 200 ve 250 µg/ml dozlarındaki petri sonuçları.

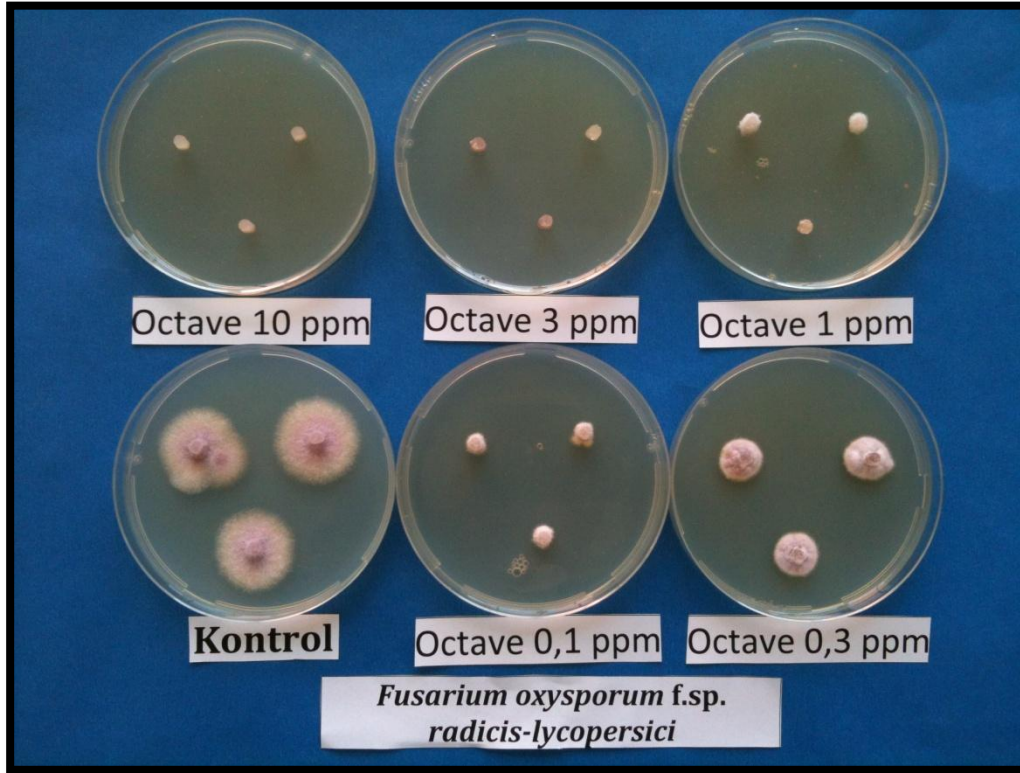
Fludioxonil+Metalaxyl-M etkili madde içeren preparatın (Maxim XL) FORL izolatlarına etkisi Çizelge 4.3’de görüldüğü gibidir. A0-6 izolatına karşı en yüksek etki 250 µg/ml dozunda %77.54 bulunmuştur. A0-9 karşı en yüksek etki 250 µg/ml dozunda %79.03 ile elde edilirken, BT-1 izolatına karşı en yüksek etki ise 250 µg/ml dozunda %78.40 olarak hesaplanmıştır.

Prochloraz (%50) etkili madde içeren preparatın (Octave) etki (%) grafiği Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Prochloraz etkili madde içeren preparatın FORL'ye etki (%) grafiği.

Söz konusu preparatın *in vitro* denemeleri sonunda FORL izolatına karşı petrideki miselyal gelişime olan etkisi Şekil 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.13 Prochloraz (%50) etkili madde içeren preparatın petri sonuçları.

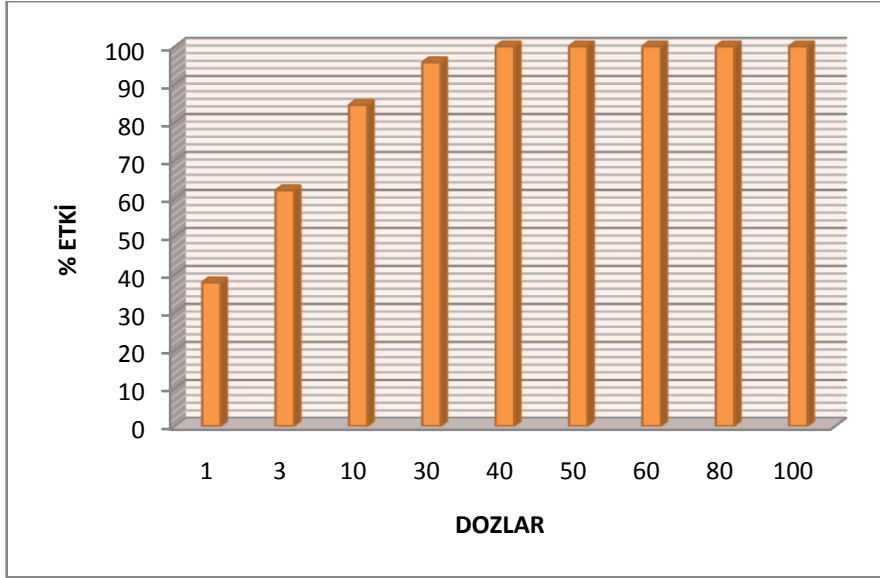
Prochloraz (%50) etkili madde içeren preparatın (Octave) FORL izolatlarına etkisi Çizelge 4.3’de görüldüğü gibidir. En yüksek etki her 3 izolat için de 0.3 µg/ml dozunda elde edilmiş ve sırasıyla A0-6 izolatına karşı %94.03, A0-9 izolatına karşı %93.63 ve BT-1 izolatına karşı %95.16 etki olarak hesaplanmıştır. 1 µg/ml ve üstü dozlarda tüm izolatlarda herhangi bir miselyal gelişim gözlenmemiştir.

Prothioconazole (250g/L) + tebuconazole (150g/L) etkili madde içeren preparatın (Lamardor) etkililik (%) değerleri Çizelge 4.4’te verildiği gibidir.

Çizelge 4.4 Prothioconazole+tebuconazole etkili madde içeren preparatın etkisi (%).

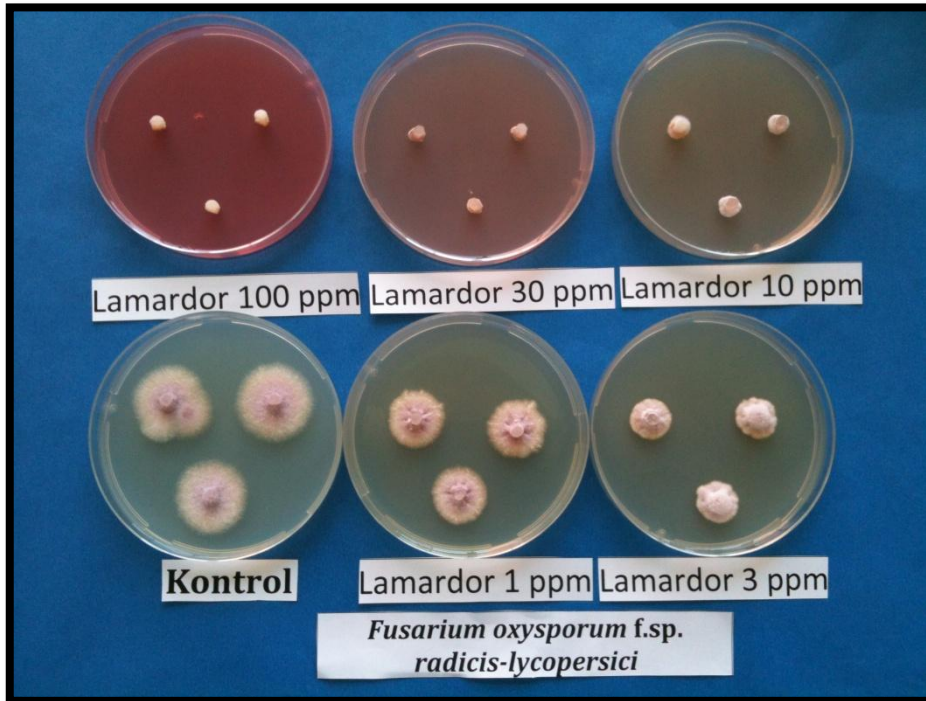
Etki (%)			
Dozlar (µg/ml)	Prothioconazole (250g/L) + Tebuconazole (150g/L)		
	İzolat No		
	A0-6	A0-9	BT-1
1	37.89	40.18	36.42
3	62.10	70.07	75.74
10	84.56	88.72	87.05
30	95.78	93.76	93.53
40	100	100	100
50	100	100	100
60	100	100	100
80	100	100	100
100	100	100	100

Prothioconazole+Tebuconazole etkili madde içeren preparatın (Lamardor) FORL izolatına karşı etki (%) grafiği Şekil 4.14’de verilmiştir.

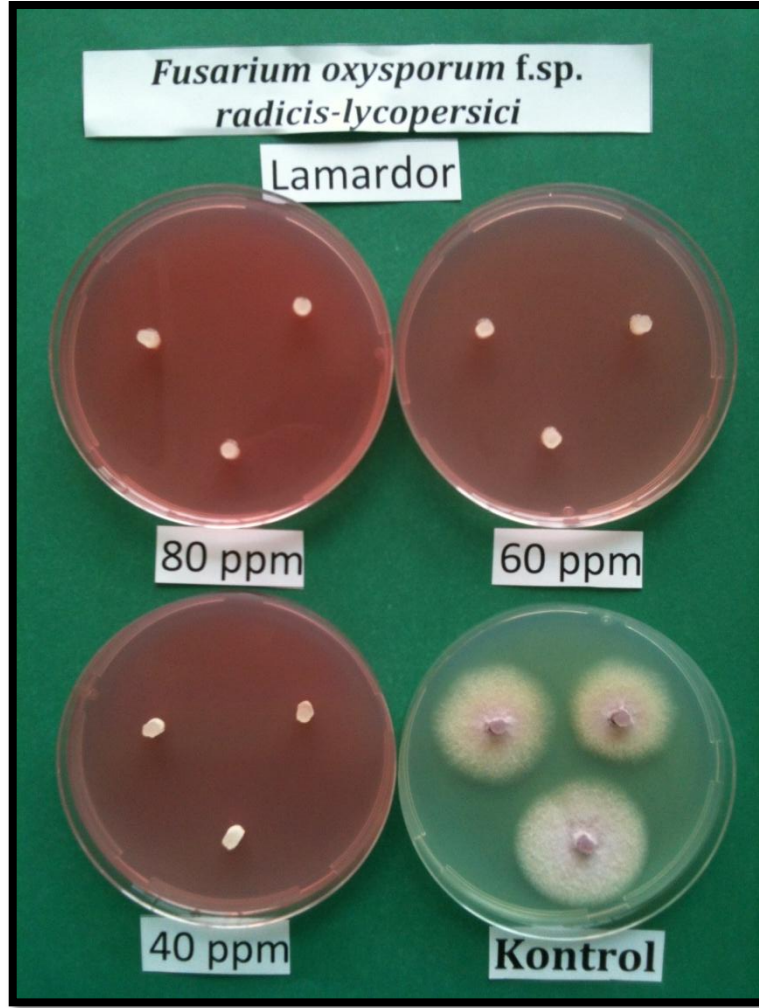


Şekil 4.14 Prothioconazole+tebuconazole etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği.

Laboratuarda yapılan petri denemelerinde FORL izolatına karşı prothioconazole+tebuconazole etkili madde içeren preparatın (Lamardor) miselyal gelişime olan etkileri Şekil 4.15 ve 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.15 Prothioconazole+tebuconazole preparatının 1-100 µg/ml doz sonuçları.



Şekil 4.16 Prothioconazole+tebuconazole preparatının 40, 60 ve 80 µg/ml doz sonuçları.

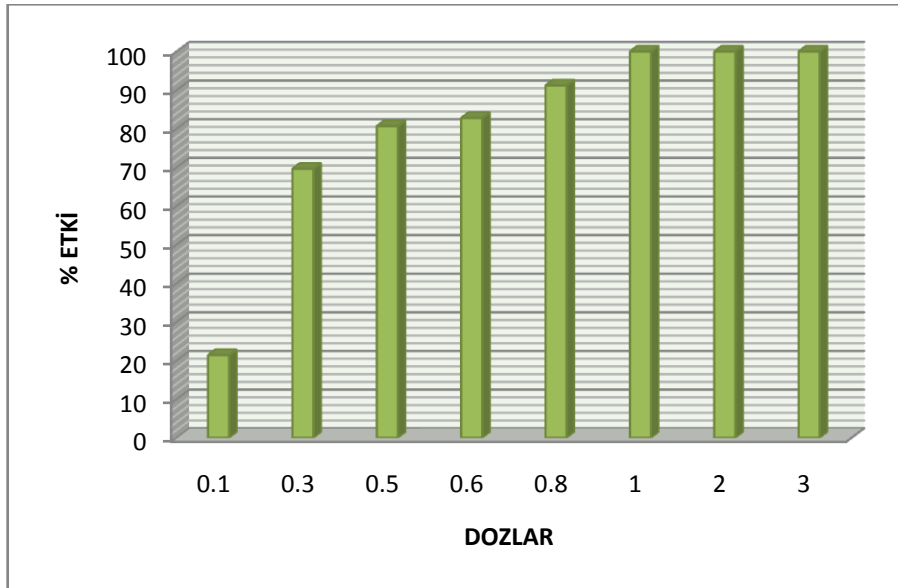
Prothioconazole (250g/L) + tebuconazole (150g/L) etkili madde içeren preparatın (Lamardor) FORL izolatına karşı etkileri (%) Çizelge 4.4’de verildiği gibidir. Preparatın A0-6, A0-9 ve BT-1 izolatlarına karşı en yüksek etkisi 30 µg/ml dozunda sırasıyla %95.78, %93.76, %93.53 olarak bulunmuştur. 40 µg/ml ve üzeri dozlarda her 3 izolat için de herhangi bir miselyal gelişim olmamıştır.

L. acidophilus içeren preparatının (Soil-Set) FORL izolatlarına olan etkisi (%) Çizelge 4.5’de verilmiştir. Bir bitki aktivatörü olarak ruhsatlı bu ürünün asıl fungusit etkisinin içeriğindeki hangi maddeden kaynaklandığı bilinmediği için, preparatın doz ayarlaması µg/ml olarak değil, % olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5 *L. acidophilus* etkili madde içeren preparatın etkisi (%).

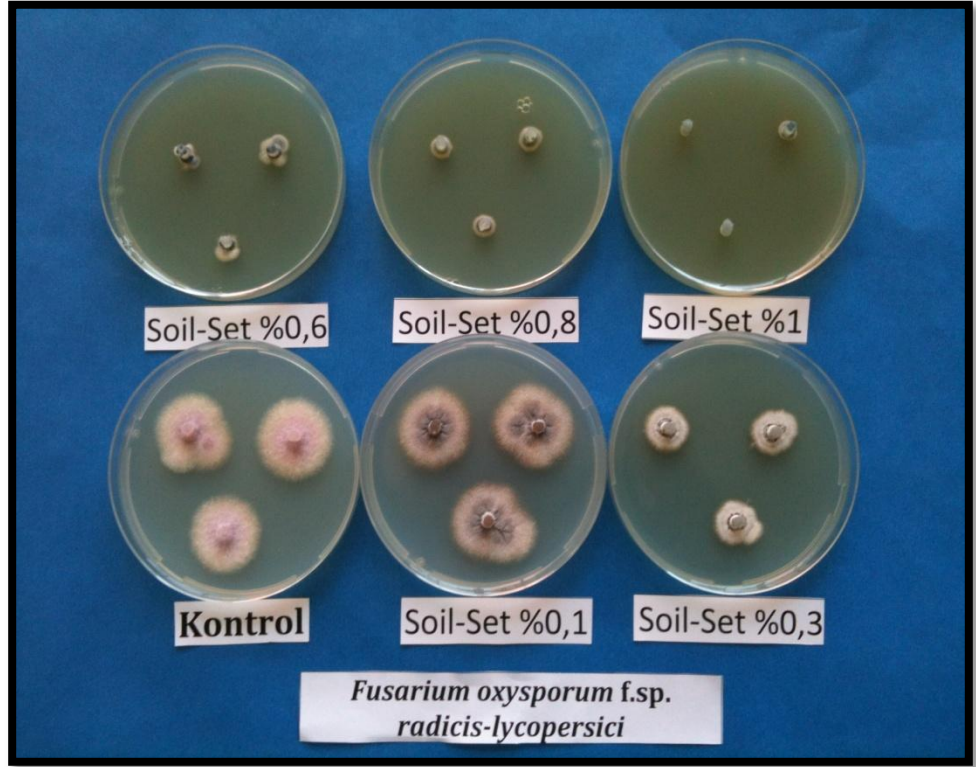
Dozlar (%)	Etki (%)		
	<i>L. acidophilus</i>		
	İzolat No		
	A0-6	A0-9	BT-1
0.1	21.40	23.54	22.87
0.3	69.64	67.82	66.37
0.5	80.70	81.42	80.65
0.6	82.80	83.45	83.81
0.8	91.22	93.04	92.88
1	100	100	100
2	100	100	100
3	100	100	100

Preparatın etki (%) grafiği Şekil 4.17’de verildiği gibidir.

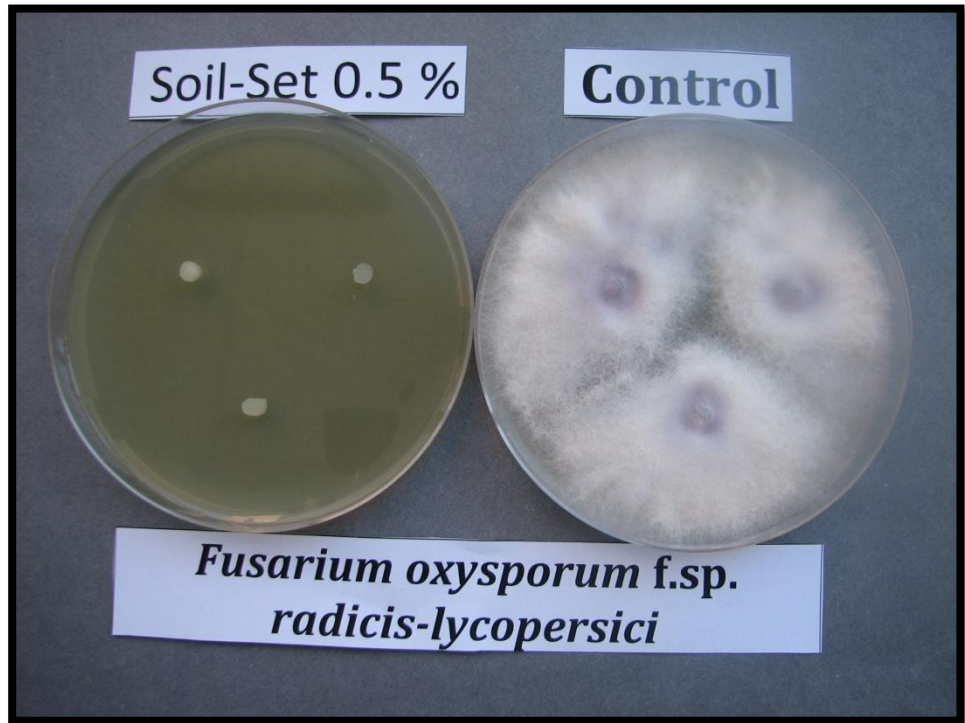


Şekil 4.17 *L.acidophilus* (Soil-Set) etkili madde içeren preparatın etki (%) grafiği.

FORL izolatlarına karşı fungusit özelliği araştırılan, *in vitro* denemeleri yapılan *L. acidophilus* etkili madde içeren preparatın (Soil-Set) izolatların miselyal gelişimine olan etkilerinin ölçüldüğü petri fotoğrafları Şekil 4.18 ve 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.18 *L.acidophilus* etkili madde içeren preparatın FORL izolatının miselyal gelişimine etkisi.



Şekil 4.19 *L.acidophilus* etkili madde içeren preparatın %0.5 dozunun etkisi.

L. acidophilus etkili madde içeren preparatın (Soil-Set) FORL izolatlarına etkisi Çizelge 4.5’de görüldüğü gibidir. Her üç izolat (A0-6, A0-9 ve BT-1) için de en yüksek etkisi %0.8 dozunda sırasıyla %91.22, %93.04 ve %92.88 olarak bulunmuştur. Preparatın %1 ve üstü dozlarında miselyal gelişim görülmemiştir.

4.2.1 Test edilen preparatların ED₅₀ ve MIC değerleri

Laboratuvar testleri ile etkileri (%) belirlenen preparatların ölçüm sonuçları ile üç izolatın her fungusit için ED₅₀ (miselyal gelişimi %50 engelleyen doz) ve MIC (miselyal gelişimi engelleyen en düşük doz, fungusun hiç gelişmediği ilk doz) değerleri saptanmıştır. ED₅₀ değerleri, her izolat için kontrole göre fungusit dozlarındaki yüzde gelişim oranları hesaplanmış ve bu oranlar log-probit kağıdı yardımıyla bulunmuş (Georgopoulos and Dekker, 1982) ve değerler Çizelge 4.6’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.6 Denemede kullanılan preparatların ED₅₀ ve MIC değerleri.

İZOLAT KODU	Fludioxonil (100g/L)		Prothioconazole (250 gr/L) + tebuconazole (150 g/L)		Fludioxonil (25 g/L)+ Metalaxyl (10g/L)		Prochloraz (%50)		Azoxystrobin (250g/L)	
	ED ₅₀	MIC	ED ₅₀	MIC	ED ₅₀	MIC	ED ₅₀	MIC	ED ₅₀	MIC
A0-6	106	>250	1,5	40	14	>250	>0,1	1	1,1	>250
A0-9	103	>250	1,1	40	12	>250	>0,1	1	1,0	>250
BT-1	101	>250	1,2	40	11	>250	>0,1	1	1,1	>250

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi her izolat için ayrı ayrı ED₅₀ ve MIC değerleri hesaplanmıştır. Fludioxonil (100g/L) etkili madde içeren preparatın (Celest Max) MIC değeri her üç izolat için denenen en yüksek doz olan 250 µg/ml üzerinde (>250 µg/ml) bulunmuştur. ED₅₀ değerleri ise; A0-6 izolatı için 106 µg/ml, A0-9 izolatı için 109 µg/ml ve BT-1 izolatı için 101 µg/ml olarak elde edilmiştir.

Prothioconazole (250g/L) + tebuconazole (150 g/L) etkili madde içeren preparatın (Lamardor) her üç izolat için de MIC değeri 40 µg/ml olarak bulunmuştur. ED₅₀ değerleri ise A0-6, A0-9 ve BT-1 izolatları için sırasıyla; 1,5 µg/ml, 1,1 µg/ml ve 1,2 µg/ml değerlerinde elde edilmiştir.

Prochloraz (%50) etkili madde içeren preparatın (Octave) ED₅₀ değeri her üç izolat içinde denenen en düşük doz olan 0,1 µg/ml dozunun altında (>0,1 µg/ml) bulunmuştur. MIC değeri ise yine her üç izolat için 1 µg/ml olarak hesaplanmıştır.

Azoxystrobin (250 g/L) etkili madde içeren preparatın (Quadris) MIC değeri her üç izolat için aynı olup, denenen en yüksek doz olan 250 µg/ml'dan büyüktür (>250). ED₅₀ değerleri ise, A0-6 ve BT-1 izolatları için 1,1 µg/ml, A0-9 izolatı için 1,0 µg/ml olarak bulunmuştur.

L. acidophilus etkili madde içeren preparatın *in vitro* denemelerinde µg/ml doz hesabı yerine % doz hesaplaması yapıldığından, ED₅₀ değeri hesaplanmamıştır. MIC değeri ise, her üç izolat için %1 olarak bulunmuştur.

4.3 Preparatların Sera Test Sonuçları

Yapılan *in vitro* testleri ile preparatların etkililikleri belirlenmiş ve sera denemeleri için uygun dozları bulunmuştur. Sera denemeleri iki farklı bölgede (Antalya-İzmir) Yöntem 3.2.3'de belirtildiği şekilde kurulmuştur ve her iki denemede de A0-6 izolatı kullanılmıştır. Kontrol parsellerinde hastalık görüldükten sonra bitkiler hasta/sağlam olarak sayılmış ve Townsend-Heuberger formülü'ne göre yüzde hastalık şiddeti hesaplanmıştır (Townsend and Heuberger 1943). Hastalık şiddetleri ve etkililik (%) değerleri Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de verildiği gibidir. Grafiksel görünümüleri ise Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de verilmiştir.

Denemeden elde edilen veriler SPSS v. 16.0 (SPSS Inc., ABD) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar

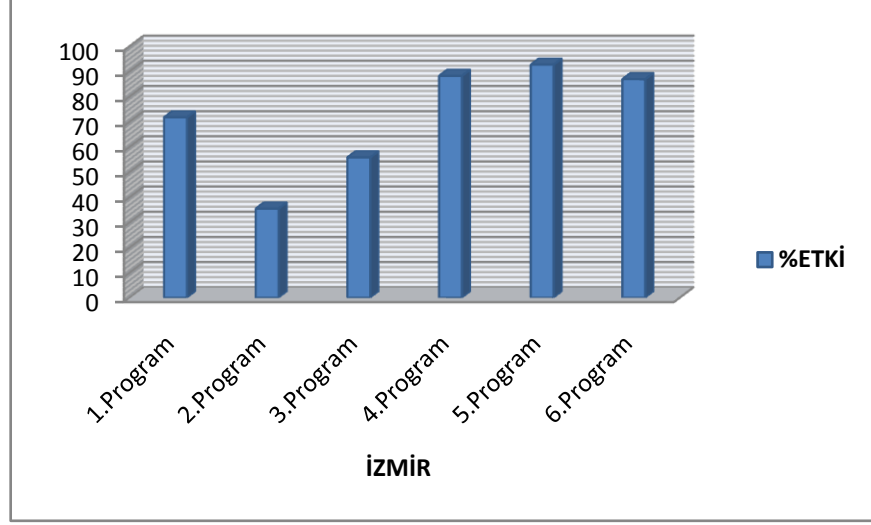
arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P \leq 0.05$) ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.7 İzmir’de yürütülen sera denemesinin hastalık şiddeti ve etki (%) değerleri.

İlacın Dozu	Tekerrür	Hastalık Şiddeti (%)	Etki (%)
1. Program Fludioxonil (100 g/L)	1	13.45	71.93
	2	12.89	73.75
	3	13.01	73.91
	Ortalama	13.11	73.19
2. Program Azoxystrobin (250 g/L)	1	33.17	30.79
	2	34.64	29.46
	3	34.12	31.59
	Ortalama	33.97	30.53
3. Program Fludioxonil (25 g/L) + Metalaxyl-M (10 g/L)	1	23.27	51.45
	2	22.49	54.20
	3	23.94	52.00
	Ortalama	23.23	52.49
4. Program Prothioconazole (250 gr/L) + Tebuconazole (150 gr/L)	1	4.16	91.32
	2	4.23	91.38
	3	4.52	90.93
	Ortalama	4.30	91.20
5. Program Prochloraz (500 g/L)	1	2.76	94.24
	2	2.49	94.92
	3	3.05	93.88
	Ortalama	2.76	94.35
6. Program <i>Lactobacillus</i> <i>acidophilus</i>	1	5.75	88.00
	2	5.92	87.94
	3	4.60	90.77
	Ortalama	5.42	88.91
Kontrol	1	47.93	-
	2	49.11	-
	3	49.88	-
	Ortalama	48.9	-

E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında yürütülen *in vivo* çalışmalarında A0-6 izolatına karşı preparatların etkileri (%) hesaplanmıştır. Kontrol’deki hastalık şiddeti ortalama %48.90 bulunmuştur. Fludioxonil (100g/L) etkili madde içeren preparatın etkisi %73.19, azoxystrobin (250 g/L) etkili madde içeren preparatın %30.53, fludioxonil (25 g/L) + metalaxyl-M (10 g/L) etkili madde içeren preparatın %52.49, prothioconazole (250 g/L) + tebuconazole (150 g/L) etkili madde içeren preparatın %91.20, Prochloraz (500 g/L) etkili madde

içeren preparatın %94.35 ve *L.acidophilus* etkili madde içeren preparatın %88.91 bulunmuştur.



Şekil 4.20 İzmir’de yapılan sera denemesinin etki (%) grafiği.

İzmir’de yürütülen sera denemesinin sonuçlarının değerlendirildiği etkililik grafiği Şekil 4.20’de verilmiştir. Antalya ilinde Bircan Tarım A.Ş.’ye ait üretim seralarında yürütülen *in vivo* testlerinin hastalık şiddetleri ve etkileri (%) Çizelge 4.8’de verilmiştir.



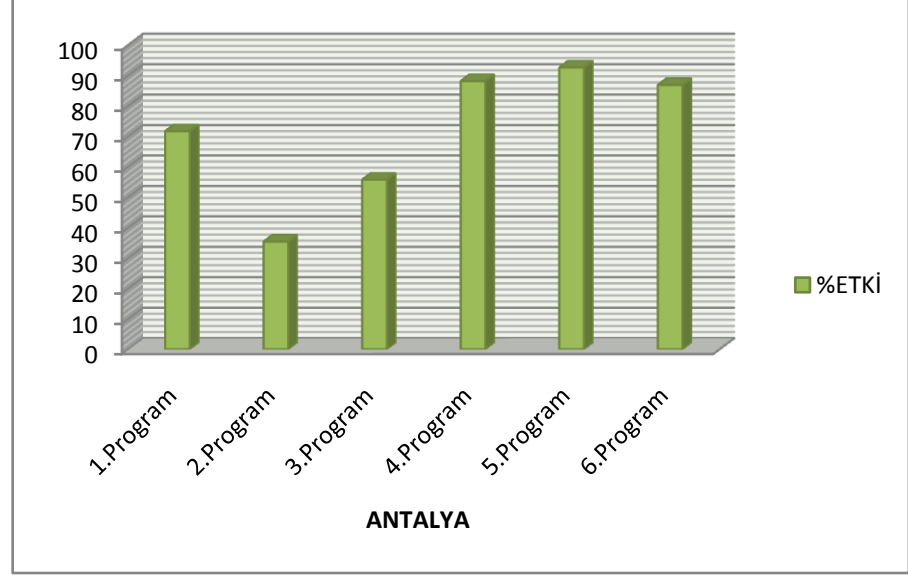
Şekil 4.21 Kontrol saksılarında ki hastalıklı bitkiler.

Çizelge 4.8 Antalya’da yürütülen sera denemesinin hastalık şiddeti ve etki (%) değerleri.

İlacın Dozu	Tekerrür	Hastalık Şiddeti (%)	Etki (%)
1. Program Fludioxonil (100 g/L)	1	15.67	71.95
	2	16.41	70.76
	3	15.04	73.49
	4	16.43	70.33
	Ortalama	15.88	71.65
2. Program Azoxystrobin (250 g/L)	1	37.41	33.04
	2	35.39	36.94
	3	36.11	36.35
	4	35.86	35.25
	Ortalama	36.19	35.40
3. Program Fludioxonil (25 g/L) + Metalaxyl-M (10 g/L)	1	24.57	56.02
	2	25.58	54.42
	3	22.89	59.65
	4	26.13	52.82
	Ortalama	24.79	55.75
4. Program Prothioconazole (250 gr/L) + Tebuconazole (150 gr/L)	1	6.88	87.68
	2	6.47	88.47
	3	7.24	87.24
	4	6.04	89.09
	Ortalama	6.65	88.13
5. Program Prochloraz (500 g/L)	1	3.67	93.43
	2	4.39	92.17
	3	4.07	92.82
	4	4.50	91.87
	Ortalama	4.15	92.59
6. Program <i>Lactobacillus acidophilus</i>	1	7.91	85.84
	2	6.88	87.74
	3	7.13	87.43
	4	7.57	86.33
	Ortalama	7.37	86.84
Kontrol	1	55.87	-
	2	56.13	-
	3	56.74	-
	4	55.39	-
	Ortalama	56.03	-

Antalya’da Bircan Tarım üretim seralarında yürütülen *in vivo* çalışmalarında A0-6 izolatına karşı preparatların etkileri (%) hesaplanmıştır. Kontrol’de ortalama hastalık şiddeti %56.03 olarak bulunmuştur. Fludioxonil (100g/L) etkili madde içeren preparatın etkisi %71.65, azoxystrobin (250 g/L) etkili madde içeren preparatın %35.40, fludioxonil (25 g/L) + metalaxyl-M (10 g/L) etkili madde içeren preparatın %55.75, prothioconazole (250 gr/L) +

tebuconazole (150 gr/L) etkili madde içeren preparatın %88.13, Prochloraz (500 g/L) etkili madde içeren preparatın %92.59 ve *L.acidophilus* etkili madde içeren preparatın %86.84 bulunmuştur (Şekil 4.21).



Şekil 4.22 Antalya’da yapılan sera denemesinin etki (%) grafiği.

Bitki Koruma Bölümü seralarında ve Bircan Tarım’a ait üretim seralarında yürütülen *in vivo* denemelerinin ardından, karakterler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9 İzmir’de yürütülen sera denemesinin istatistiksel hesaplama sonuçları.

Uygulama	Hastalık Şiddeti Ortalama	Standart Sapma	Etki (%) Ortalama	Standart Sapma
1	13.12 d	0.295	73.20 d	1.100
2	33.98 b	0.745	30.53 f	1.076
3	23.23 c	0.726	52.55 e	1.455
4	4.40 f	0.191	91.21 b	0.244
5	2.77 g	0.280	94.35 a	0.528
6	5.42 e	0.718	88.90 c	1.617
7	48.97 a	0.982		
Genel Ortalama	18.83		71.80	
Önem Düzeyi	p≤0.001		p≤0.001	
Belirleme Katsayısı (R2)	0.999		0.998	

Yapılan istatistiki değerlendirmelere göre her preparat ayrı grupta yer almıştır. En etkili 5. Program (prochloraz) (a) bulunurken, bunu sırasıyla; 4. Program (prothioconazole+tebuconazole) (b), 6. Program (*L. acidophilus*) (c), 1. Program (fludioxonil) (d), 3. Program (fludioxonil+metalaxyl-M) (e) ve 2. Program (azoxystrobin) (f) izlemiştir.

Çizelge 4.10 Antalya’da yürütölen sera denemesinin istatistiksel hesaplama sonuçları.

Uygulama	Hastalık Şiddeti Ortalama	Standart Sapma	Etki (%) Ortalama	Standart Sapma
1	15.89 d	0.667	71.63 c	1.415
2	36.19 b	0.865	35.40 e	1.719
3	24.79 c	1.423	55.73 d	2.923
4	6.66 e	0.518	88.12 b	0.823
5	4.16 f	0.373	92.57 a	0.696
6	7.37 e	0.458	86.84 b	0.898
7	56.03 a	0.563		
Genel Ortalama	21.58		71.71	
Önem Düzeyi	p≤0.001		p≤0.001	
Belirleme Katsayısı (R2)	0.998		0.994	

Antalya’da yürütölen *in vivo* denemeleri sonucunda elde edilen veriler ışığında yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucu en etkili program İzmir’de yapılan çalışma sonucunda olduğu gibi; 5. Program (prochloraz) (a) bulunmuştur. Bunu sırasıyla; 4. Program (prothioconazole+tebuconazole) ve 6. Program (*L. acidophilus*) (b), 1. Program (fludioxonil) (c), 3. Program (fludioxonil+metalaxyl-M) (d) ve 2. Program (azoxystrobin) (e) izlemiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hem açık alanda hem de örtü altında gerçekleştirilen domates üretiminde önemli ekonomik kayıplara neden olan en önemli fungal patojenlerin başında *Fusarium* türlerinin neden olduğu hastalıklar gelmektedir. Domateste hastalık yapan 3 farklı *Fusarium* türü bulunmaktadır. Bunlar *Fusarium solani*'nin neden olduğu *Fusarium* kök çürüklüğü, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'nin (FOL) neden olduğu *Fusarium* solgunluğu ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*'nin (FORL) neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğüdür. Toprak kökenli patojen olan bu *Fusarium* türleri arasında en yıkıcı ve savaşımlı zor olan FORL'dir. Savaşım yöntemleri arasında özellikle örtü altı topraklı yetiştiriciliğinde solarizasyon yapılmaktadır. Yüce ve arkadaşları (2009), yaptıkları bir çalışmada solarizasyonun tek başına toprak kökenli patojenleri elimine etmede yeterli olmadığını bildirmiştir. Solarizasyon sırasında kullanılan MeBr'ün 2000'li yıllarda yasaklanmasıyla birlikte metam sodyum kullanımı alternatif olarak denenmiştir. Ancak yapılan araştırmalar göstermiştir ki, metam sodyumun 1000 L/ha dozunda (% 72.5) bile istenilen etki elde edilememiştir (Yücel ve ark., 2007). Bunun yanı sıra FORL etmenine karşı hem ülkemizde hem de dünyada ruhsatlı herhangi bir preparat bulunmamaktadır. Topraklı tarım yapılan seralarda yıl boyu üretim yapıldığı için hastalık çıkan alanlarda münavebe yapmamaktadır. Diğer yandan FORL etmenine karşı dayanıklı domates çeşit çalışmaları yapılmakta, fakat etmen özellikle piyasada tercih edilen çeşitlerde çok kısa sürede dayanıklılığı kırmaktadır. Dolayısıyla domates üreticileri her üretim döneminde bu hastalığa karşı potansiyel risk altında bulunmakta ve ekonomik kayıplar her geçen yıl artmaktadır. Üreticiler bu durumda hastalığı kontrol altına alabilmek için çok sayıda ve yüksek dozda fungusit ve vb. kimyasallar kullanmaktadır (Tosun ve ark., 2003). Sonuçta, özellikle serada her gün hasadı yapılan domateste kalıntı riski oluşturarak hem sağlık açısından hem de dış satım açısından risk taşımaktadır.

Bu çalışmada, diğer sebzelerde ve bitkilerde *Fusarium* spp.'ye karşı ülkemizde ruhsatlı olan ve etkili olduğu literatürde bildirilen etkili maddeler *in vitro* ve *in vivo*'da denenmiştir. Diğer yandan ön çalışmalarla FORL'ye karşı

etkinliği tespit edilen, bitki aktivatörü olarak ölkemizde ruhsatlı bulunan *L. acidophilus* etkili maddesine sahip preparat da kullanılmıştır.

Bu alışma ile söz konusu preparatlar moleküler olarak tanısı yapılmış, virulensi yüksek FORL izolatlarına karşı ilk kez denenmiştir. Bu amaçla preparatların etkililiklerinin belirlenmesi için laboratuvar testleri ile ED₅₀ ve MIC değerleri belirlenmiştir. Sera denemelerinde kullanılacak dozların belirlenmesinin ardından, iki farklı bölgede serada saksı denemeleri yapılmıştır. Bu amaçla virulensi yüksek ırk olan FORL izolatı suni inokulasyon yoluyla saksı toprağına karıştırılmıştır. Ardından fidelerin kök bölgelerinde yaralar açılarak, patojen girişi sağlanmış ve preparatların belirlenen dozları ile hazırlanan solösyonlara fideler ayrı ayrı bandırma yapılarak, dikimleri gerçekleştirilmiştir (Yöntem 3.2.3).

Laboratuvar sonuçları değerlendirildiğinde preparatların ED₅₀ ve MIC değerleri izelge 4.6'da gröldüğu gibidir. FORL'nin miselyal gelişimi üzerine en etkili bulunan prochloraz etkili madde içeren preparatın (Octave) MIC ve ED₅₀ değerleri sırasıyla 1 µg/ml ve 0,1 µg/ml'nin altında (>0,1 µg/ml) bulunmuştur. Amini and Sidovich (2010), domates solgunluğu etmeni FOL ile yaptıkları *in vitro* alışmasında da EC₅₀ değerleri olarak 0.005 µg/ml ile en etkili fungusit bulmuşlardır. Diğer en etkili bulunan ve yeni bir fungusit olan prothioconazole+tebuconazole içeren preparatın MIC değerleri 40 µg/ml olarak hesaplanırken, ED₅₀ değerleri üç izolat için (A0-6, A0-9 ve BT-1) sırasıyla 1.5, 1.1 ve 1.2 µg/ml olarak bulunmuştur. Benzer bir çalışmada da prothioconazole etkili madde içeren preparatın *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'a karşı oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Vea et al., 2012).

Fludioxonil içeren preparatın (Celest Max) MIC değerleri denenilen en öst doz olan 250 µg/ml'in üzerinde (>250 µg/ml) bulunmuştur. ED₅₀ değerleri ise, üç izolat için (A0-6, A0-9 ve BT-1) sırasıyla 106, 103 ve 101 µg/ml olarak hesaplanmıştır. Benzer bir çalışmada, FOL izolatına karşı fludioxonil'in EC₅₀ değerleri 0.256 µg/ml olarak belirlenmiştir (Amini and Sidovich, 2010). Fludioxonil+metalaxyl-M içeren preparatın MIC değerleri >250 µg/ml, ED₅₀ değerleri ise, üç izolat için (A0-6, A0-9 ve BT-1) sırasıyla 14, 12 ve 11 µg/ml olarak belirlenmiştir. Bu preparatın ED₅₀ ve MIC değerleri arasında önemli farklılık gözlenmiştir. Bunun nedeni

olarak preparatın miselyal gelişimi tamamen engellemek yerine gelişimi yavaşlattığı, sınırladığı düşünülmektedir. Söz konusu iki fungusit FORL'nin miselyal gelişimini belirli bir ölçüde durdurarak etkili olmuşlardır. *F. oxysporum f.sp. dianthi*'a karşı yapılan bir çalışmada (Bengyella et al., 2012) metalaxyl-mancozeb etkili madde içeren preparat ise miselyal gelişimi %58.77 oranında engellediği saptanmıştır.

Azoxystrobin içeren preparatın ED₅₀ ve MIC değerleri arasında çok büyük farklılıklar görülmekte, *in vitro* denemelerinde belirli bir dozdan sonra miselyal gelişime etkisi azalmaktadır. Bir şapkalı fungus olan ve ormanlarda görülen *Strobilurus tenacellus*'un sekonder antifungal metaboliti (Anke et al., 1977) kullanılarak üretilen preparatın etki mekanizması gereği olarak fungistatik etki ile miselyal gelişimi önemli ölçüde durdurduğu ancak tamamen yok etmediği belirlenmiştir. Fungistatik etki ile ergosterol sentezini inhibe ederek fungal hücre duvarının yok olmasına neden olur, bu da fungusun proliferasyonunu azaltır. Fungisit etki, fungal hücrelerin membran permeabilitesini azaltarak yaşama kabiliyetini azaltır. Preparatın MIC değeri >250 µg/ml iken, ED₅₀ değerleri üç izolat için (A0-6, A0-9 ve BT-1) sırasıyla 1.1, 1 ve 1.1 µg/ml olarak saptanmıştır. Amini and Sidovich (2010), tarafından yapılan çalışmada FOL izolatına karşı en düşük etkiyi 1.56 µg/ml EC₅₀ değeri ile azoxystrobin'den elde edildiği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada, azoxystrobin ve fludioxonil hariç denenen bütün fungusitler 10 µg/ml konsantrasyonda patojen miselyal gelişimini önemli derecede engellediği saptanmıştır. Buna benzer etkili madde içeren preparatlar *in vivo* ve *in situ*'da farklı sonuçlar verebileceği için bu preparat *in vivo* denemelerine dahil edilmiştir.

Alltech CropScience tarafından temin edilen *L. acidophilus* içeren Soil-Set isimli preparat ülkemizde bitki aktivatörü olarak Stubble-Aid ismi ile ruhsatludur. Laboratuvar sonuçlarına göre Soil-Set'in miselyal gelişime etkililiği, sürpriz bir şekilde test edilen %0.3 ve üst dozlarda artan biçimde önemli bir fungisidal etki saptanmıştır (Şekil 4.19). Preparatın %1 dozunda ise miselyal gelişim tamamen engellenmiştir (Çizelge 4.5). Bitki aktivatörü olarak ruhsatlı ve toprak uygulaması olarak önerilen söz konusu preparatın FORL'ye karşı fungisidal etkisinin olduğunu gösteren ilk çalışmadır. Bu etkinin *L. acidophilus*'un sekonder

metabolitleri olan bakteriosinlerden ve içeriğinde bulunan bazı enzimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Suni inokulasyon yapılarak yürütülen saksı denemelerinin etki (%) sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, E.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü (İzmir) seralarında yapılan çalışmada her program farklı grupta yer almıştır. En yüksek etki *in vitro* deneme sonuçlarına paralel olarak prochloraz (%94.35) (a) etkili madde içeren preparattan elde edilmiştir. Amini and Sidovich 2010'de gerçekleştirdikleri çalışmada da, *in vivo* domates denemelerinde FOL'ye karşı en etkili fungusit 50 gün sonra %100 etki 10 µg/ml konsantrasyonu ile prochloraz bulunmuştur. Bu etkiyi prothioconazole+tebuconazole (%91.20) (b), *L. acidophilus* (%88.91) (c), fludioxonil (%73.20) (d), fludioxonil+metalaxyl-M (%52.55) (e) izlemiştir. Zang et al. (2001), tarafından yapılan laboratuvar testlerinde *Fusarium* spp.'ye karşı captana oranla fungus gelişiminin %43.9 daha az olduğu saptanmıştır. En düşük etki petri denemelerinde olduğu gibi azoxystrobin (%30.53) (f) etkili madde içeren preparatta saptanmıştır. FOL izolatu ile *in vivo* testlerinde azoxystrobin'in tedavi edici etkisinin 10 µg/ml konsantrasyonda 50 gün sonra %51.6 ile en düşük etkide olduğu bildirilmiştir (Amini and Sidovich, 2010). İtalya'da yapılan başka bir çalışmada (Gullino et al., 2002) ise, azoxystrobin'nin trifloxystrobin ile birlikte kullanılması ile *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* 'ye karşı kullanılabileceği belirtilmiştir.

Antalya'da Bircan Tarım A.Ş.'ye ait üretim seralarında yapılan ikinci çalışmada ilk çalışmaya benzer sonuçlar alınırken, prochloraz %92.57 ile (a) en yüksek etkide bulunmuştur. Akgül (2005) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, yeşil aksama uygulanan tebuconazole etkili madde içeren preparatlardan %93.9 etki elde edildiği bildirilmiş, tez çalışmamızda da prothioconazole+tebuconazole (%88.12) (b) ve *L. acidophilus* (%86.84) (b) uygulamaları aynı grupta yer alarak patojeni kontrol etmede yüksek etki göstermiştir. Fludioxonil uygulaması %71.63 etki ile c grubunda ve fludioxonil+metalaxyl-M uygulaması %55.73 etki ile d grubunda yer alarak etkili olmuşlardır. Benzer bir çalışmada (Mamza et al., 2007) Metalaxyl-M + thiomethoxan + difenconazole içeren preparatın bu çalışmaya paralel olarak miselyal gelişimi kısmen engellediği bildirilmiştir. Çalışmada,

beklendiği üzere azoxystrobin etkili madde içeren preparat %35.40 etki ile (e) grubunda yer alarak patojeni kontrol etmede başarısız bulunmuştur.



Şekil 5.1 Fidelerin dikim öncesi hazırlanan solüsyona bandırılması.

Tüm bu *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarının sonuçları ışığında, FORL etmenine karşı savaşmada özellikle bitki aktivatörlerinin de kullanılacağı, entegre mücadele prensipleri çerçevesinde etkili, ekolojik ve ekonomik bir ilaçlama programı için prochloraz, prothioconazole+tebuconazole ve *L. acidophilus* içeren preparatlarla yapılabilecek kombinasyonların özellikle fide bandırma yönteminde (Şekil 5.1) başarılı olabileceği saptanmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abbott, W.S.**, 1925, A method of computing the effectiveness of an insecticide, Journal of Economic Entomology, Vol 18, p.265-267.
- Ackerman, P., Knauf-Beiter, G. and Zeun, R.**, 2007, Chemistry and biology of fludioxonil, fenpiclonil and quinoxifen, In: Kramer, W. and Schirmer, U. Eds., Modern Crop Protection Compounds, Wiley-VCH Verlag, GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Vol., 2. pp. 468-580.
- Akgül, D. S.**, 2005, Çukurova Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında Kök, Kökboğazı Ve Sap Çürüklüğü Hastalığının Durumu, Bazı Buğday Çeşitlerinin Hastalığa Karşı Reaksiyonları, Farklı Gübreleme Pratikleri Ve Fungisit Uygulamalarının Hastalık Gelişimine Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Syf:107.
- Aksay, A., Bıçıcı, M. ve Çınar, Ö.**, 1988, Determination of antagonistic microorganisms against white rot disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Barry. J. Turk, Phytopath.
- Alexander, L. J. and Tucker, C. M.**, 1945, Physiologic specialization in the tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *J Agric Res*, 70:303–313.
- Amini, J. and Sidovich, D.F.**, 2010, The effects of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with fusarium wilt of tomato, Journal of Plant Protection Research, Vol. 50, No. 2, S 172-178.
- Anke, T., Oberwinkler, F., Steglisch, W. and Schramn, G.**, 1977, The strobilurins- new antifungal antibiotics from the basidiomycete *Strobilurus tenacellus*. Journal of Antibiotics, 30:806-810.
- Anonymous**, 2010, <http://www.FAOSTAT.org>.
- Anonim**, 2011, <http://www.tuik.gov.tr>.
- Anonoim**, 2012, Ruhsatlı Tarım İlaçları, Hasat Yayıncılık Ltd. Şti, Ege Reklam Basım Sanatları Ltd.Şti. Matbaacılık, s 259.
- Attitalla, H.I., Fatehi, J., Levenfors, J. And Brishammar, S.**, 2004, A rapid molecular method for differentiating two special forms (*lycopersici* and *radicis-lycopersici*) of *Fusarium oxysporum*, Pol J Microbiol., 53:111-116.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Baldwin, B.C., Clough, J.M., Godfrey, C.R.A., Godwin, J.R. and Wiggins, T.E.,** 1996, The discovery and mode of action of ICIA 5504, In:Lyr, H., Russel, P.E. and Sisler, H.D., eds., Modern Fungicides and Antifungal Compounds, Intercept, Andover, pp.69-77.
- Bao, J., Farvel, D., Lazarovits, D., Chellemi, D., Van Berkum, P. and O'Neill, N.,** 2001, Population structure of *Fusarium oxysporum* in conventional and organic tomato production in Florida, APS. SON. MSA, Joint Meeting Salt Lake City, Utah Poster Session B.
- Barlett, D.W., Clough, J.M., Godwin, J.R., Hall, A.A., Hamer, M. and Parr-Dobrzanski, B.,** 2002, The strobilurin fungicides, Pest. Man. Sci., 58:659-662.
- Bengyella, L., Pranab, R. , Yekwa, E.L. and Waikhom, S.D.,** 2012, The Farmers Cry: Impact of Heat Stress on *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*, Interaction with Fungicides, *Asian Journal of Plant Pathology*, 6: 19-24.
- Bohn, G.W, and Tucker, C.M.,** 1939, Immunity to fusarium wilt in the tomato, *Science* 89:603–604.
- Bora, T., Özaktan, H. ve Yıldız, M.,** 1995, Tarla koşullarında kavun ve karpuz *Fusarium* solgunluklarının siderefor üreten fluorescent *Pseudomonas*'larla önlenmesi üzerine araştırmalar, VII. Türk. Fit. Kong, 26-29 Eylül 1996 Adana, 216-220.
- Brammall R. and McKeown, A.,** 1989, An occurrence in Ontario of fusarium crown and root rot disease in field-grown processing tomatoes originating from multi-celled tray transplants, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 11, 75–7.
- Can, C., Yucel, S., Korolev, N. ve Katan, T.** 2004, First report of fusarium crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Turkey, *Plant Pathology*, Volume 53, Issue 6, page 814.
- Chellemi, D.O., Olson, S.M. and Mitcheld, D.J.,** 1994, Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in Northern Florida, *Plant Disease*, 78:1167-1172.
- Cook, R.J.,** 1993, Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens, *Annu. Rev. Phytopathology* 31:53-80.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Datnoff, L. E. and Pernezny, K. L.**, 2001, *Paenibacillus macerans* and *Trichoderma harzianum* enhance transplant growth and suppress fusarium crown and root rot in Florida tomato production, 2001 Caribbean Division Meeting Abstracts, La Habana, Cuba. Publication No. P- 2002-0025-CRA.
- Datnoff, L.E., Nemec, S. and Pernezny, K.**, 1995, Biological control of Fusarium crown and root rot of tomato in Florida using *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices*, Biological Control 5:327-31.
- Davidse, L.C.**, 1982, Benzimidazole compounds: selectivity and resistance, In: Dekker, J. and Georgopoulos, S.G., eds., Fungicide Resistance in Crop Protection, Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, pp. 60-70.
- Delen, N., Yıldız, M., and Maraite, H.**, 1984, Benzimidazole and dithiocarbamate resistance of *Botrytis cinerea* on greenhouse crops in Turkey, Inter Symposium on crop protection, Gent (Belçika), 3.5.1984, Med. Fac. Lanbouw, Rijksuniv-Gent, 49/2 a:153-161 pp.
- Dutzmann, S. and Suty-Heinze, A.**, 2004, Prothioconazole: A broad spectrum demethylation inhibitor (DMI) for rable crops, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 57:249-264.
- Ebeling, M., Heimann, K.G., Schoefer, S. and Sonder, K.**, 2003, The human and environmental safety aspects of trifloxystrobin, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 56:231-245.
- El-Abyad, M.S., El-Sayed, M.A., El-shansoury, A.R. and El-Sabbagh, S.A.**, 1993, Towards the biological control of fungal and bacterial diseases of tomato using antagonistic *Streptomyces* spp., Plant Soil 149, 185-195.
- El-Shanshoury, A.R., El-Sououd, S.M., Awadalla, O.A. and El-Bandy, N.B.**, 1996, Effects of *Streptomyces corchorusii*, *Streptomyces mutabilis*, mendimethalin and metribuzin on the control of bacterial and Fusarium wilt of tomato, Canadian Journal of Botany, 74, 1016-1022.
- Eshel, D., Gamliel, A., Grinstein, A., Di Primo, P. and Katan, J.**, 2000, Combined soil treatments sequence of application in improving the control of soilborne pathogens, Phytopathology 90:751-757.
- Fajardo, J.**, 2006, Triflumizole (Procure): Control of diseases in treenut, fruit, vegetable and vine crops, Phytopathology, 96 (Supplement): S34.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fishel, F.M.**, 2006, Fungicide Resistance Action Committee's (FRAC) classification scheme of fungicide according to mode of action, Pesticide Information Office, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Fisher, D.T. and Hayes, A.L.**, 1982, Mode of action of the systemic fungicides furalaxyl, metalaxyl and ofurace, *Pesticide Sci.*, 3:330-390.
- Fravel, D.R., Bailey, B.A. and Bao, J.**, 2002, Differences in gene expression between pathogenic and biocontrol *Fusarium*, USDA, ARS, Beltsville, MD.
- Fuentes, P., Aballay, E. and Montealegro, J.R.**, 1997, Soil solarization and fumigation for the control of nematodes in a monocultivated soil with tomatoes, Lima Peru, Association Latinoamerica de Fitopatologia (AFL) 31 (1).
- Gasztonyi, M. and Lyr, H.**, 1995, Miscellaneous fungicides, In: Lyr, H. ed., *Modern Selective Fungicides-Properties, Applications, Mechanisms of Action*, 2nd Edition. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart and New York, pp. 389-414.
- Georgopoulos, S. G., and Dekker, L.**, 1982, Dedection and Measure of Fungicide Resistance. General Principles, *FAO Method No:24, FAO Plant Bot. Bull.*, 30:39-42 pp.
- Gold, R.E., Ammermann, E., Köhle, H., Leinhos, G.M.E., Lorenz, G., Speakman, J.B., Stark-Urnau, M., and Sauter, H.**, 1996, The synthetic strobilurin BAS 490F: profile of a modern fungicide, In: Lyr, H., Russel, P.E. and Sisler, H.D., eds., *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*, Intercept Andover, pp.79-92.
- Gonsalves, A. K. and Ferreira S. A.**, 1993, *Fusarium oxysporum*, *Crop Knowledge Master*.
- Gordon, T. R., Okomato D. and Jacobson, D. J.**, 1989, Colonization of muskmelon and nonsusceptible crops by *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* and other species of *Fusarium*, *Phytopathology*, 79:1095-1100.
- Grattidge, R. and O'Brien, R. G.**, 1982, Occurrence of a third race of *Fusarium* wilt of tomatoes in Queensland, *Plant Dis.*, 66:165– 166.
- Gullino, M.L., Minuta, A., Garibaldi, A. and Ajwa, A.A.**, 2002, Technical advances in fumigant application for soil disinfection, International conference, The BCPC Conference, Pest and Diseases, 18-21 November, 2002, P:867-872.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hajlaoui, MR., Hamza, N., Gargouri, S., Guermech, A.,** 2001, Apparition en Tunisie de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, agent de la pourriture racines et du collet de la tomate, OEPP/EPPO Bull, 31:505-507.
- Hartman JR, Fletcher JT,** 1991, Fusarium crown and root rot of tomatoes in the UK, Plant Pathology, 40, 85-92.
- Hauser-Hahn, I., Heinemann, U., Baur, P. and Suty-Heinze, A.,** 2002, HEC 5725-chemodynamic behavior of a new leaf systemic strobilurin fungicide, The BCPC Conference-Pests and Diseases, Vol:2, 623-634.
- Hibar, K.,** 2002, La fusariose du collet des racines de la tomate: Pathogène et moyens de lutte, Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Protection des plantes et environnement, Tunisie, Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Élevage de Chott Mariem, 2002, 54 pp.
- Hibar, K., Daami-Remadi, M. and El Mahjoub, M.,** 2007, Induction of resistance in tomato plants against *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* by Trichoderma spp. Tunisian Journal of Plant Protection, 2:47-58.
- Hibar, K., Remadi, M., Khiareddine, H., and Mahjoub, M.,** 2006, Control of fusarium crown and root rot of tomato, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*, by grafting onto resistant rootstocks, Plant Pathology Journal, 5(2) : 161-165.
- Ioannou, N.,** 2000, Soil Solarization as a Substitute for Methyl Bromide Fumigation in Greenhouse Tomato Production in Cyprus, Phytoparasitica 28(3):248-256.
- Jautelat, M., Elbe. H.L., Benet-Buchholz, J. And Etzel, W.,** 2004, Chemistry of prothioconazole, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 57:145-162.
- Jespers, A.B.K., Davidse, L.C. and DeWaard, M.A.,** 1993, Biochemical effects of the Phenylpyrrole fungicide fenpiclonil in *Fusarium sulphreum* Schlecht, Pestic. Biochem, Physiol., 45:116-129.
- Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E. and Zitter, T. A.,** 1991, Compendium of tomato diseases, American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Kabaş, A.,** 2008, Domateste *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'ye Karşı Dayanıklılık İçin Moleküler İşaretleyicilerin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, S. 123.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kanetis, L., Foster, H. and Adaskaveg, J.E.,** 2006, Fludioxonil-resistant isolates of *Penicillium digitatum* show diverse fitness and no relationship osmotic stress regulation, *Phytopathology*, 96 (Supplement):S58.
- Kapoor, I.J. and Kar, B.,** 1988, Antagonistic effect of soil microbes *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* causing tomato wilt, *International Journal of Tropical Plant Diseases*, 6, 257-262.
- Kapteyn, J.C.,** 1993, Biochemical mechanisms involved in selective fungi toxicity of fungicides which inhibit sterol 14 alpha-demetylation, *Aula van de Lanbauwuniver-siteit te Wageningen*, 129 pp.
- Katan, J.,** 1981, Solar heating (Solarization) of soil for control soilborne pests, *Ann. Rev. Phytopath*, 19:211-236.
- Katan, J., Greenberger, A., Alon, H. and Grinstein, A.,** 1975, Increasing soil temperatures by mulching for the control of soil-borne diseases, *Phytoparasitica*. 3:69-70.
- Khan, M.R. and Khan, S.M.,** 2002, Effect of root-dip treatment with certain phosphate solubilizing microorganisms on the Fusarial wilt of tomato, *Bioresource Technology*:85/2, 213-215.
- Kılıç, Ö.,** 1997, Effect of dsRNA-containing and dsRNA-free hypovirulent isolates of *Fusarium oxysporum* on severity of Fusarium seedling disease of Essex soybean, *Plant Pathology, Physiology and Weed Science*, Blacksburg, Virginia, August 7, 1997.
- Koch, E. and Leadbeater, A.J.,** 1992, Phenylpyrroles-a new class of fungicides for seed treatment, *The BCPC Conference-Pest and Diseases*, Vol:3, 1137-1146.
- Köller, W.,** 1999, Chemical approaches to managing plant pathogens, In:Ruberson, J.R. ed., *Handbook of Pest Management*, Marcel Dekker, New York, pp337-376.
- Köller, W.K., Avila-Adame, C., Olaya, G. and Zheng, D.,** 2001, Resistance to strobilurin fungicides, In: Clark, M. and Yamaguchi, I., eds., *Agrochemical Resistance: Extent, Mechanism and Detection*, American Chemical Society, Washington, DC, pp. 215-229.
- Korolev, N., Katan, J. and Katan, T.,** 2000, Vegetative compatibility groups of *verticillium dahliae* in Israel: their distribution and association with pathogenicity, *Ecology and Population Biology*, 90(5): 529-536.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kuck, K.H. and Vors, J.P.**, 2007, Sterol biosynthesis inhibitors, In: Kramer, W. and Schirmer, U. eds., Modern Crop Protection Compounds, Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Vol., 2. pp. 605-650..
- Larkin, R.P. and Fravel, D.R.**, 1998, Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organisms for control of Fusarium wilt of tomato, Plant Diseases:82/9, 1022-1028.
- Malhotra, S. K. and Vashistha, R. N.**, 1993, Genetics of resistance to Fusarium wilt race in currant tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium*), Indian Journal of Agricultural Sciences, 63(4):246-247.
- Mamza, W.S., Zarafi, A.B. and Alabi, O.**, 2007, In vitro evaluation of six fungicides on radial mycelial growth and regrowth of *Fusarium pallidoroseum* isolated from castor (*Ricinus communis*) in Samaru, Nigeria, African Journal of General Agriculture, Vol.4, No. 2, June 20, 2008.
- Marois, J.J. and Mitchell, D.J.**, 1981, Effects of fungal communities on the pathogenic and saprophytic activities of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Phytopath, 71:1251-1256.
- McGoven, R.J. and Obreza, T.A.**, 2007, Reduction of Fusarium crown and root rot of tomato by combining soil solarization and metham sodium, USDA Agricultural Research Service.
- McGoven, R.J.**, 1994, Integrated Management of Fusarium Crown and Root Rot of Tomato in Florida, University of Florida.
- McGrath, D. J., Gillespie, D. and Vawdrey, L.**, 1987, Inheritance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* races 2 and 3 in *Lycopersicon pennellii*, Aust J Agric Res., 38:729-733.
- Menzeis, J. G., Koch, C. and Seywerd, F.**, 1990, Additions to the host range of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, Plant Disease, 74:569-572.
- Mizutani, A., Miki, N., Yukioka, H. and Masuko, M.**, 1996, Mechanism of alkoxyiminoacetamide fungicide SSF-126, In: Lyr, H., Russel, P.E. and Sisler, H.D., eds., Modern Fungicides and Antifungal Compounds, Intercept, Andover, pp. 93-99.
- Mizutani, A., Yukioka, H., Tamura, H., Miki, N., Masuko, M. and Takeda, T.**, 1995, Respiratory characteristics in *Pyricularia oryzae* exposed to a novel alkoxyiminoacetamide fungicide, Phytopathology, 85:306-311.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Momol, T., Pingsheng, J., Pernezny, K., McGovern, R. and Olson, S.,** 2005, Three Soilborne tomato diseases caused by *Ralstonia* and *Fusarium* species and their field diagnostics, Plant pathology department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University Of Florida, Published February 2005.
- Müller, U. and Gisi, U.,** 2007, Newest aspects of nucleic acid synthesis inhibitors-metalaxyl-M, In: Kramer, W. and Schirmer, U., Modern Crop Protection Compounds, Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Vol. 2, pp. 561-567.
- Nejad, P. and Johnson, P.A.,** 2000, Endophytic bacteria induce growth promotion and wilt disease suppression in oilseed rape and tomato, Biological Control 18, 208-215.
- Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and Marasas, W.F.O.,** 1983, *Fusarium* species and An Illustrated Manual For Identification, The Penn State Univ., Press., University Park and London, P. 193.
- Omar, I., O'Neill, T. M. and Rossall, S.,** 2006, Biological control of fusarium crown and root rot of tomato with antagonistic bacteria and integrated control when combined with the fungicide carbendazim, Plant Pathology, 55, 92–99.
- Özalp.,R ve Aktaş., A.,** 2008, Ülkemizde ve Antalya da sebzeciliğin genel durumu, Tarımın Sesi, Ziraat Mühendisleri Odası Yayınlar, 12-16.
- Ozbay, N. and Steven, E.N.,** 2004, *Fusarium* crown and root rot of tomato and control methods, Plant Pathology Journal, 3(1):9-18.
- Özer, N. And Soran, H.,** 1991, *Fusarium* Genus and *Fusarium* species isolated from the cultivated plants in Turkey, J. Turk. Phytopath., 20(2-3):69-80.
- Pasche, J.S., Piche, L.M. and Gudmaster, N.G.,** 2005, Effect of F 129L mutation in *Alternaria solani* on fungicide effecting mitochondrial respiration, Plant Dis., 89:269-278.
- Podile, A.R., Prasad, G.S. and Dube, H.C.,** 1985, *Bacillus subtilis* as antagonist to vascular wilt pathogens, Current Science, 54, 864-865.
- Roberts, P. D., McGovern, R. J. and Datnoff, L.E.,** 2000, *Fusarium* Crown and Root Rot of Tomato in Florida, Plant Pathology Fact Sheet.
- Roberts, T. and Hutson, D.,** 1999, Metabolic Pathways of Agrochemicals, Part Two, Insecticides and Fungicides, The Royal Society of Chemistry.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rowe, R. C., Farley, J. D. and Coplin, D. L.,** 1977, Airborne spore dispersal and recolonization of steamed soil by *Fusarium oxysporum* in tomato greenhouses, *Phytopathol.*, 67: 1513-1517.
- Rowe, R.C. and Farley, J.D.,** 1978, Control of *Fusarium* crown and root rot of greenhouse tomatoes by inhibiting recolonization of steam-disinfected soil with a captafol drench, *Phytopathology*, 67:1513-1517.
- Rowe, R.C.,** 1980, Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and root rot of greenhouse and field-grown tomatoes in North America and Japan, *Pytopathology*, 70:1143-1148.
- Schippers, B., Bakker, A.W., Bakker, P.A.H.M.,** 1987, Interaction of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices, *Annu., Rev., Pytopathol.*, 25:339-358.
- Schwinn, F.J.,** 1983, Ergosterol biosynthesis inhibitors, An overview of their history and contribution to medicine and agriculture, *Pestic., Sci.*, 15:40-47.
- Scott, J. W., and Farley, D. J.,** 1981, Evaluation of fusarium crown and root rot resistant greenhouse tomatoes, *Ohio agric., Res., Dev., Cent., Res., Circ*, 264:16-17.
- Sevgican A.,** 1999, Örtüaltı sebzeçiliği, topraklı tarım (Cilt-1), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:528, Bornova-İzmir, ss287.
- Sherf, A. F. and Machab, A. A.,** 1986, Vegetable Diseses and Their Control, Second Edition, pp 736.
- Sherf, A. F. and Machab, A.A.,** 1986, Fusarium wilt- *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Synder and Hansen, Vegetable Diseases and Their Control, Second Ed., 614-621.
- Stall, R.E. and Walter, J.M.,** 1965, Selection and inheritance of resistance in tomato to isolates of race 1 and 2 of the fusarium wilt organism, *Phytopathology* 55, 1213–1215.
- Thirumalachar, M.J., Rhalkar, R.S., Sukapure, P., Pawar, H. and Desia, P.V.,** 1970, Control of damping-off and root rot with use of *Streptomyces* species, *Hindustan Antibiotics Bulletin* 12, 138-141.
- Thomson, T.H.,** 1997, Agricultural Chemicals, Book IV, Fungicides, Thomson Puclications, Fresco, CA., USA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tiemann, R., Berg, D., Kramer, W. and Pontzen, R.,** 1997, Biochemistry of the new fungicide KWG 4168 (spiroxamine), Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 50:29-48.
- Tjamos, E.C, Antoniou, P.P. and Tjamos, S.E.,** 2005, Soil solarization and control of soilborne pathogen in plastic houses, Agricultural University of Athens, Department of Plant Pathology, Votanikos 11855, Athens, Greece.
- Tosun, N., Türküsay, H., Saygılı, H. ve Tanyolaç, B.,** 2003, Sanayi Domatesi Yetiştiriciliğinde Geç Yanıklık (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) Hastalığının Kontrolünde Erken Uyarı Sisteminin Kullanılması Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar, Proje No: 2000/BIL/005,
- Townsend G. K. and Heuberger J. W.,** 1943, Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments, Plant Disease Report, 27, 340-343.
- Turhan, G. and Turhan, K.,** 1989, Suppression of damping-off on pepper caused by *Phythium ultimum* Trow and *Rhizoctonia solani* Kühn by some new antagonist in comparison with *Trichoderma harzianum* Rifia, Journal of Phytopath., 126:175-182.
- Turhan, G.,** 1981, A new race of *Streptomyces ochraceiscleroticus* in the biological control of some soil-borne plant pathogens II. *In vivo* studies on the possibilities of using C/2-9 against some important diseases. Journal of Plant Diseases and Protection 88, 422-434.
- Vakalounakis, D. J. and Fragkiadakis, G. A.** 1999, Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting, Ecology and Population Biology, 89(2) 161-168.
- Vea, E. and Palmer, C.,** 2012, IR-4 Ornamental Horticulture Program Fusarium Efficacy: A Literature Review (*Fusarium avenaceum*, *Fusarium communi*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*).
- Vincelli, P.,** 2007, Qol (strobilurin) fungicides: Benefits and risks, The Plant Health Instructor, APSnet Education Center.
- Volin, R.B. and Jones, J. P.,** 1982, A new race of *Fusarium* wilt of tomato in Florida and sources of resistance, *Proc Fla State Hortic Soc.*, 95:268–270.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yamakawa, K., and Nagata, N.,** 1975, Three tomato lines obtained by the use of chronic gamma radiation with combined resistance to TMV and Fusarium race J-3. Techinal News, Inst., Rad., Breed., 16. Pp 2.
- Yüce, E., S.Yiğit, N. Tosun.,** 2010, Efficacy of Solarization Combined with Metam Sodium and Hydrogen Peroxide in Control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* and *Clavibacter michiganensis* sub.sp. *michiganensis* in Tomato Greenhouses, Proc.IIIrd IS on Tomato Diseases, Eds.:A.Crescenzi and A.Fanigliulo., 385-391 p.
- Yücel, S. ve Çınar, A.,** 1989, Domates Fusarium Solgunluğuna *Fusarium oxysporum* Schlecht, f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyd. And Hans) Karşı Biyolojik Kontrolde Antagonistlerin ve Toprak Solarizasyon Uygulamasının Etkileri, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, cilt:13, sayfa:1372-1393.
- Yücel, S., Özarslandan, A., Çolak, A. ve Ay, T.,** 2009, Methyl Bromide Alternatives for Controlling Fusarium Wilt and Root Knot Nematodes in Tomatoes in Turkey, Acta Horticulture ISHS 2009, 381-385.
- Yücel, S., Özarslandan, A., Çolak, A., Ay, T. and Can, C.,** 2007, Effect Of Solarization and Fumigant Application on Soilborne Pathogens And Root-Knot Nematodes In Greenhouse-Grown Tomato In Turkey, Phytoparasitica, (35)5:450:456.
- Zang, L. E., Shetty, K. K., Watrin, C. G. and Forster, B.,** 2001, Fludioxonil, a low use rate seed treatment for the control of Fusarium on corn and potatoes, Seed treatment: challenges & opportunities, Proceedings of an international Symposium, Wishaw, North Warwickshire, UK, 26-27 February 2001 2001 pp. 257-262.
- Ziegler, H., Benet-Buchholz, J., Etzel, W. and Gayer, H.,** 2003, Trifloxystrobin-a new strobilurin fungicide with an outstanding biological activity, Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 56:213-320.

İNTERNET SİTELERİ

<http://www.sciencedirect.com>

ÖZGEÇMİŞ

Ankara’da 1987 yılında doğdu. İzmir Mustafa Kemal Lisesi’nde eğitimini tamamladıktan sonra, 2006 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği programına kayıtlıdır. 2010 yılında Bahçe Bitkileri alt programından mezun oldu ve aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Fitopatoloji Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen bu bölümde eğitimine devam etmektedir.