

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**PATATES SİĞİL HASTALIĞI (*Synchytrium endobioticum*)'NA KARŞI BAZI
FUNGİSİTLER VE RİZOSFER BAKTERİLERİ İLE MÜCADELE
ÇALIŞMALARI**

Emel ÇAKIR

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**ANKARA
2015**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Emel ÇAKIR tarafından hazırlanan “Patates Siğil Hastalığı (*Synchytrium endobioticum*)'na Karşı Bazı Fungisitler ve Rizosfer Bakterileri ile Mücadele Çalışmaları” adlı tez çalışması 18.06.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN
Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü

Üye : Prof. Dr. Özer ELİBÜYÜK
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Aziz KARAKAYA
Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Nuh BOYRAZ
Selçuk Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

18.06.2015

Emel ÇAKIR

ÖZET

Doktora Tezi

PATATES SİĞİL HASTALIĞI (*Synchytrium endobioticum*)'NA KARŞI BAZI FUNGİSİTLER VE RİZOSFER BAKTERİLERİ İLE MÜCADELE ÇALIŞMALARI

Emel ÇAKIR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ

Patates siğil hastalığı etmeni *Synchytrium endobioticum* çok uzun yıllar sporangiumları vasıtasıyla toprakta canlılığını sürdürmektedir. Hastalıkla karantina önlemleri ve dayanıklı patates çeşitlerinin kullanımı ile mücadele edilmeye çalışılmaktadır ancak tamamen eradikasyonu mümkün olmamıştır. Bu çalışmada fungusitler, bitki aktivatörleri ve rizosfer bakterilerinin kullanımı ile siğil hastalığının mücadele olanakları araştırılmıştır. Zoosporlu funguslara etkili fungusitlerden Propamocarb hydrochloride 722 SC g/lt, Metalaxyl M+Fludioxonil 10+25 g/l, Hymexazol 360 g/l, Tolclophos Methyl+Thiram %30+30, Dimethomorph+Copperoxychloride 6+40WP, Famoxadone+Cymoxanil %22.5+30, Mandipropamid+Mancozeb %5+60, Zoxamide+Mancozeb %8.3+66.7 iklim odasında ve tarla koşullarında hastalığa karşı etkinlikleri araştırılmıştır. Bu fungusitlerden Famoxadone+Cymoxanilin tarla ve iklim odasında hastalığı tamamen engellediği belirlenmiştir. Bu çalışmada ikinci olarak bazı bitki aktivatörlerinin patates siğil hastalığının enfeksiyon oranına etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Yapılan ön denemelerde altı farklı aktivatör denenmiş, bunlar içerisinde diğerlerine göre daha etkili olan *Reynoutria sachalinensis* (Regalia), Acibenzolar-S-methyl (Actigard) ve *Lactobacillus acidophilus* (Cropset) seçilmiştir. Seçilen aktivatörler yüksek ve düşük inokulum içeren iki farklı tarlada denenmiştir. Denemeye alınan üç aktivatör de enfekteli yumru oranını önemli derecede azaltmıştır. Özellikle %89.12 etki oranıyla Acibenzolar-S-methylin en yüksek etkiye sahip aktivatör olduğu belirlenmiştir. Ancak bu aktivatörün düşük inokulumu sahip tarlada yumru oluşumunu önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. Kitinolitik ve biosurfaktant etkili rizosfer bakterilerinin hastalık üzerine etkinliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, bulaşık tarlada belirti göstermeyen yumruların etrafından alınan 670 adet toprak örneğinden elde edilen bakterilerden 556 adet *Pseudomonas* ve *Bacillus* izolatının kitinolitik, biosurfaktant veya her iki özelliğe de sahip olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlar aktiviteleri açısından zayıf, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Bakterilerden 30 adedinin etkinliği iklim odası koşullarında incelenmiştir. Bu bakteri izolatlarından hiçbirinin patojeni tamamen egellemediği belirlenmiştir. En yüksek etkiye sahip olan *Bacillus simplex* izolatı hastalık oranını %100'den %6,25'e düşürmüş, ancak tarla koşullarında hastalığı engelleyememiştir.

Bu çalışmada denemelerin yürütüldüğü tarlalarda *S. endobioticum* patotipinin belirlemesi amacıyla yapılan çalışmalarda patotip 2 ve 18 tespit edilmiştir. Patotip 2 Türkiye'de ilk kez bu çalışmada belirlenmiştir.

Haziran 2015, 122 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Synchytrium endobioticum*, patates, aktivatör, rizosfer bakterileri, fungusit, mücadele.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

STUDIES ON THE CONTROL OF POTATO WART DISEASE (*Synchytrium endobioticum*) BY USING SOME FUNGICIDES AND RHIZOBACTERIA

Emel ÇAKIR

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

Supervisor : Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ

Synchytrium endobioticum is the agent of potato wart disease, and may survive in soil for several years by means of its sporangia. Effective management of this disease is including quarantine measurement and use of disease resistant potato varieties. However, it has not been eradicated up to now. The aim of this study was to determine other possible potato wart disease control methods such as fungicide, plant activators and rhizobacteria applications. Fungicide experiments conducted with Propamocarb hydrochloride 722 SC g/lt, Metalaxyl M+Fludioxonil 10+25 g/l, Hymexazol 360 g/l, Tolclophos Methyl+Thiram 30+30%, Dimethomorph+Copperoxychloride 6+40WP, Famoxadone+Cymoxanil 22.5+30%, Mandipropamid+Mancozeb 5+60%, Zoxamide+Mancozeb 8.3+66.7% in growth chamber and field conditions-showed that Famoxadone+Cymoxanil 22.5+30% is capable of controlling disease 100% in both experiment conditions.

The results of plant activator applications, screened in pre-trail studies, demonstrated that three (*Reynoutria sachalinensis* (Regalia), Acibenzolar-S-methyl (Actigard) and *Lactobacillus acidophilus* (Cropset)) of six plant activators were better than the others tested. These three plant activators were further tested two different infected field experiment with low and high inoculum levels. The data indicated that three plant activators inhibited disease severity significantly. Especially Actigard was the most effective activator with disease reduction rate of 89,12%. This activator significantly reduced tuber formation in the field with low inoculum levels.

In this study, total 670 soil samples collected from rhizosphere of potato tubers without disease symptoms were used for the isolation of rhizobacteria. 556 isolates in the species of *Pseudomonas* and *Bacillus* with either biosurfactants and/or chitinolytic activities were selected and used as potential biocontrol agents in further tests. These isolates were classified as weak, medium and strong according to their biosurfactant and chitinolytic activities. Disease reduction rate of 30 preselected rhizobacteria isolates with biosurfactant, chitinolytic and biosurfactant+chitinolytic activities were determined in the laboratory conditions. None of these isolates completely inhibited the pathogen population. The most effective isolate, *Bacillus simplex*, decreased the disease percentage from 100% to 6,25%. But the isolate did not inhibited *S. endobioticum* in the field conditions.

In this study, the identity of *S. endobioticum* pathotypes present in two fields which the experiments conducted were determined as pathotypes 2 and 18. This is the first report of pathotype 2 in Turkey.

June 2015, 122 pages

Key Words: *Synchytrium endobioticum*, potato, activator, fungicide, rhizosphere bacteria, control.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmaların her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek bana araştırma imkanı sağlayan ve çalışmamın tüm aşamalarında ilgi, öneri ve fikirleriyle katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ'ye (Ankara Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı),

Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Derinkuyu İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Müdür V. Zir. Müh. Ahmet ŞAHİN, Zir. Yük. Müh. Levent BEDEL ve Zir. Müh. Atilla ERDOĞAN'a, mücadele çalışmalarında kullanılan kimyasalları temin etmemde yardımlarını esirgemeyen Uzm. Ergün CONGER'e

Patotip belirleme çalışmalarını Julius Kühn Institute/Almanya laboratuvarlarında yürütmemi sağlayan Dr. Kerstin FLATH ve testleri birlikte yaptığım araştırmacı Yvonne Schleusner'e, bu çalışmayı destekleyen TÜBİTAK'a,

Her konuda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Rüstem HAYAT'a, arazi ve tarla çalışmalarının yürütülmesinde emeği geçen Laborant Muradiye ORHAN ve Birol KILIÇASLAN'a,

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından bu tez çalışmasına TAGEM-BS-11/05-03/02-03 numaralı proje kapsamında verdikleri destekten dolayı teşekkür ederim.

Verdiği destekle her zaman yanımda olan başta annem Nezaket ÇAKIR'a ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emel ÇAKIR
Ankara, Haziran 2015

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
2.1 Patates Siğil Hastalığı.....	9
2.2 Siğil Hastalığının Yayılışı ve Türkiye’deki Durumu.....	14
2.3 Patates Siğil Hastalığının Ekonomik Önemi.....	17
2.4 Patates Siğil Hastalığı Mücadele Çalışmaları.....	19
2.5 Türkiye’de Siğil Hastalığı ile İlişkili Yapılan Çalışmalar.....	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	26
3.1 Materyal.....	26
3.2 Yöntem.....	26
3.2.1 Rizosfer bakterilerinin etkinliklerinin belirlenmesi.....	26
3.2.1.1 Toprak örneklerinin alınması.....	26
3.2.1.2 Toprakta <i>Pseudomonas</i> ve <i>Bacillus</i> izolasyonu.....	29
3.2.1.2.1. Bakteri izolatlarının muhafazası.....	32
3.2.1.3 Biosurfaktant ve kitinolitik özellik gösteren bakterilerin belirlenmesi	32
3.2.1.4 Biosurfaktant ve kitinolitik bakterilerin etkinliklerinin iklim odası koşullarında belirlenmesi.....	35
3.2.1.5 Bakteri Tanısı.....	39
3.2.1.6 Bakterilerin tarla şartlarında patates siğil hastalığı şiddetine etkilerinin belirlenmesi.....	40
3.2.2 Bitki Aktivatörlerinin ve Fungisitlerin Patates Siğil Hastalığına Karşı Etkinliklerinin Belirlenmesi.....	40
3.2.2.1 Tarla denemeleri için toprak örneklerinin alınması.....	40

3.2.2.2 Tarla topraklarının inokulum yoğunluğunun tespiti ve deneme alanlarının belirlenmesi.....	41
3.2.3 Bazı bitki aktivatörlerinin siğil hastalığına etkinliklerinin belirlenmesi.....	43
3.2.4 Fungisitlerin <i>Synchytrium endobioticum</i> enfeksiyonuna karşı etkilerinin belirlenmesi.....	46
3.2.4.1 Fungisitlerin laboratuvarda <i>in vivo</i> testlerle etkinliklerinin belirlenmesi.....	46
3.2.4.2 Fungisitlerin <i>Synchytrium endobioticum</i> 'a karşı tarla koşullarında etkilerinin belirlenmesi.....	51
3.3.4.3 Tarla denemelerinin değerlendirilmesi.....	52
3.3.4.4 Fungisitlerin etkili olduğu en düşük dozların belirlenmesi.....	53
3.2.5 Deneme Yapılan Tarlalardaki <i>Synchytrium endobioticum</i> Patotipinin Belirlemesi Çalışmaları.....	54
3.2.5.1 Taze siğil izolatlarının elde edilmesi ve çoğaltılması.....	54
3.4.5.2 Ayırıcı set ile patotip belirleme çalışmaları.....	62
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	65
4.1 Rizosfer Bakterilerinin İzolasyonu ve Aktivite Belirleme Çalışmaları.....	65
4.1.2 Rizosfer bakterilerinin iklim odası koşullarında etkinlik çalışmaları.....	67
4.1.3 Rhizosfer bakterilerinin tarla deneme sonuçları.....	72
4.2 Bitki Aktivatörlerinin Arazi Koşullarında Patates Siğil Hastalığına Etkinliği.....	74
4.3 Fungisitlerin <i>Synchytrium endobioticum</i> 'a Karşı Laboratuvarda <i>In vivo</i> Testlerle Etkinliklerinin Belirlenmesi.....	81
4.4 Patotip Belirleme Çalışmaları Sonuçları.....	94
4.5 Fungisitlerin <i>Synchytrium endobioticum</i> 'a Karşı Etkilerinin Araştırıldığı Tarla Denemeleri.....	99
4.5.1 Famoxadone+Cymoxanil alt dozlarının etkinlik çalışması.....	107
5. SONUÇ.....	110
KAYNAKLAR.....	112
ÖZGEÇMİŞ.....	120

KISALTMALAR DİZİNİ

EPPO	Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu
AB	Avrupa Birliği
A2	EPPO Karantina Organizmalarının Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde Lokal Olarak Görülen Patojenler Listesi
EU	Avrupa Birliği
GL	Glynne-Lemmerzalıh
MM	Minimal medium
NA	Nutrient agar
SAR	Sistemik kazanılmış dayanıklılık
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
ZMB	Zobell marine broth ortamı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	a.b. Patates siğil hastalığı etmeni <i>Synchytrium endobioticum</i> 'un ışık mikroskopunda istirahat sporangiumu.....	2
Şekil 1.2	<i>Synchytrium endobioticum</i> enfeksiyonu sonucu a. yumru ve stolonda ur oluşumu b. ur haline gelmiş yumrular.....	2
Şekil 2.1	<i>Synchytrium endobioticum</i> 'un canlı dinlenme sporangiumu (kışlık sporangium).....	10
Şekil 2.2	<i>Synchytrium endobioticum</i> 'un hayat çemberi.....	11
Şekil 2.3	a. <i>Synchytrium endobioticum</i> 'un domates köklerindeki enfeksiyonu, b. köklerde meydana gelen urlar.....	12
Şekil 2.4	Patates yaprak enfeksiyonu.....	12
Şekil 2.5	a. Şiddetli patates siğil enfeksiyonu gösteren patates yumruları, b. Siğil hastalığından tamamen gal haline gelmiş patates yumrusu.....	13
Şekil 2.6	<i>Synchytrium endobioticum</i> 'un dünyadaki yayılış alanları haritası.....	16
Şekil 2.7	Türkiye'de 2003-2008 yılları arasında siğil hastalığının bulunduğu iller.....	17
Şekil 3.1	a. Aynı kökte bulunan ve hastalık belirtisi veren yumruların yanında belirti göstermeyen yumrunun etrafındaki toprak örneklerinin alınması, b. toprak örnekleri.....	27
Şekil 3.2	King B agarda floresan parlama gösteren <i>Pseudomonas</i> izolatları.....	30
Şekil 3.3	NA ortamına <i>Pseudomonas</i> aşıl原因arak yapılan saflaştırma çalışması.....	30
Şekil 3.4	<i>Bacillus</i> izolasyonunda tüplerin kaynamakta olan su içerisinde bekletilmesi.....	31
Şekil 3.5	<i>Bacillus</i> izolatlarının NA ortamına çizilerek saflaştırılması.....	31
Şekil 3.6	Bakteri izolatlarının -80°C'de cryo tüplerde saklanması	32
Şekil 3.7	Zobell Marine Broth ortamında biosurfaktant izolatların geliştirilmesi.....	33
Şekil 3.8	Biosurfaktant aktivite testi görüntüsü.....	33
Şekil 3.9	a. Bakterilerin kazınarak su ile süspanse edilmesi, b. süspansiyonun minimal ortam üzerine karşılıklı olarak damlatılması.....	34
Şekil 3.10	Minimal agar üzerinde bulanık olan agarın berraklaşmasını sağlayan kitinolitik bakteri izolatı.....	35
Şekil 3.11	a. NA üzerine çizilerek çoğaltılmış bakteri izolatları, b. biosurfaktant bakterilerden hazırlanan süspansiyona yumruların daldırması.....	37
Şekil 3.12	a. Biosurfaktant bakterilerin inokule edildiği yumruların viyol içerisine yerleştirilmesi, b. <i>Synchytrium endobioticum</i> ile bulaşık toprakla yumruların örtülmesi.....	37
Şekil 3.13	Kitinolitik aktivite gösteren bakteri süspansiyonu uygulanmış bulaşık topraklar.....	38
Şekil 3.14	Kitinolitik+biosurfaktant etkinlik belirleme denemesi.....	38
Şekil 3.15	İklim odası koşullarında bakterilerin etkinlik denemesi görüntüleri(a, b)	39
Şekil 3.16	Sporangium yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla alınan toprak örnekleri.....	41

Şekil 3.17	a. İnokulum yoğunluğu belirlenecek toprağın elenmesi, b. çeşme suyu altında yıkanması.....	42
Şekil 3.18	a. Kloroformun membrandan süzülmesi, b. membran üzerindeki sporangiumun sayılması.....	42
Şekil 3.19	a.Yumruların hazırlanması, b. yumruların aktivatör solüsyonuna daldırılmaları.....	44
Şekil 3.20	a. Deneme dizaynı, b. parsellerdeki otuz bitkinin yeşil aksam görüntüsü	45
Şekil 3.21	Siğil hastalığına karşı aktivatörlerin yeşil aksam uygulaması.....	45
Şekil 3.22	a. Siğil tespit edilmeyen yumrular, b. siğil oluşan hasta yumrular	46
Şekil 3.23	a. Kompost yapımı, b. uygulamaya hazır kompost.....	47
Şekil 3.24	<i>Synchytrium endobioticum</i> ile bulaşık toprağa fungusitlerin alt ve üst dozda kompostu ıslatacak miktarda uygulanması ve inkubasyonu.....	49
Şekil 3.25	Fungisit uygulanmış toprağın hassas patates çeşidine inokulasyonu.....	49
Şekil 3.26	Fungisit uygulaması yapılan toprağın yumrulara uygulandıktan sonra inkubasyonu.....	50
Şekil 3.27	Yumruların sökülmesi ve değerlendirmeye hazırlanması.....	50
Şekil 3.28	Süzgeçli kova ile tohum yatağını ilaçlama (solda) ve ilaçlanmış parseller (sağda).....	52
Şekil 3.29	Patates yumrularının iki sıra halinde dikilmesi (solda) ve ilaçlama görüntüsü (sağda).....	52
Şekil 3.30	Alt doz çalışmasında toprağa uygulanan fungusit dozlarının inkubasyon görüntüleri.....	53
Şekil 3.31	Patates yumrularına inokulasyon sonrası inkubasyon aşaması.....	54
Şekil 3.32	Spunta, Tomensa ve Nicola patates çeşitlerinden elde edilen taze siğillerin tekrar kullanılmak üzere küçük parçalara ayrılması.....	55
Şekil 3.33	Siğillerin çeşme suyu ile yıkanması ve suyun süzülmesi.....	55
Şekil 3.34	Kesilmiş patates göz alanlarının fungusit içine daldırılması.....	56
Şekil 3.35	Göz alanlarının ılık vazelin ile çevrilmesi.....	56
Şekil 3.36	Patates yumrularına taze siğil inokulasyonu ve su ilavesi.....	57
Şekil 3.37	Yumruların inkubasyona bırakılması.....	57
Şekil 3.38	Yumrulardan vazelinin uzaklaştırılması ve nemli kompost ile örtülmesi.....	58
Şekil 3.39	İnokule edilen gözlerin siğil gelişimi için inkubasyona bırakılması.....	58
Şekil 3.40	Taze siğillerin yumrulardan kesilmesi ve toplanması.....	59
Şekil 3.41	Polonya metoduna göre yumru göz alanlarının vazelin ile çevrilmesi.....	59
Şekil 3.42	Polonya metoduna göre patates çeşitlerine yapılan inokulasyon çalışması.....	60
Şekil 3.43	Yumrulardan vazelinin uzaklaştırılması, ilaçlanması ve inkubasyona bırakılması.....	60
Şekil 3.44	Avrupa ayırıcı patates çeşit setinin inokulasyona hazırlanması.....	62
Şekil 3.45	Glynne-Lemmerzahl metot skalası reaksiyon tipi resimleri.....	62
Şekil 3.46	Ayırıcı çeşitlerin reaksiyon tipi değerlendirilmesi ve sınıflandırılması...	63
Şekil 4.1	Güçlü kitinolitik aktivite gösteren bakteri izolatu görüntüsü.....	65
Şekil 4.2	a. Biosurfaktant testi görüntüsü, b. petride yağın yüzey gerilimi azaltarak, yüzeyden yağı kenarlara doğru iten biosurfaktant bakteri görüntüsü.....	65
Şekil 4.3	İklim odası koşullarında yapılan bakteri etkinlik denemeleri.....	67

Şekil 4.4	Bakteri uygulaması yapılan Tarla 1 ve Tarla 2'deki hastalıklı yumrular..	73
Şekil 4.5	Propamocarb hydrochlorid I. uygulamasında oluşan siğillerin görüntüsü	82
Şekil 4.6	Propamocarb hydrochlorid II. uygulamasında oluşan siğillerin görüntüsü.....	83
Şekil 4.7	Metalaxyl M+Fludioxynil I. uygulamasındaki siğil görüntüleri.....	84
Şekil 4.8	Metalaxyl M+Fludioxynil II. uygulamasındaki siğil görüntüleri.....	85
Şekil 4.9	Hymexazol II. uygulamasındaki görülen siğiller.....	86
Şekil 4.10	Tolclophos Methyl+Thiram I. ve II. uygulaması yapılan deneme ve yumru görüntüsü.....	87
Şekil 4.11	Dimethomorph+Copperoxychloride I. ve II. uygulamalarında sağlıklı yumru görüntüleri.....	89
Şekil 4.12	Famoxadone+Cymoxanil uygulamasındaki sağlıklı yumru görüntüleri...	90
Şekil 4.13	Kontrolde meydana gelen siğil hastalığı görüntüsü.....	92
Şekil 4.14	Fungisitlerin tarla denemesinde hasat görüntüsü.....	100
Şekil 4.15	Famoxadone+Cymoxanil uygulaması yapılan parsellerde sağlıklı yumru görüntüsü.....	102
Şekil 4.16	Tolclophos Methyl+Thiram uygulaması yapılan parsellerde enfeksiyon belirlenen tek yumrudaki siğil oluşumu.....	102
Şekil 4.17	Famoxadone+Cymoxanil 0.025, 0.05, 0.1 g/l su dozlarında siğil hastalığı görüntüleri.....	108
Şekil 4.18	Kontrol yumrularında hastalık görüntüsü.....	108
Şekil 4.19	Famoxadone+Cymoxanilin 0.2 g/l su dozunda sağlıklı sürgün gelişimi.....	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	Türkiye’de 2003-2008 yıllarında Patates siğil hastalığının bulunduğu iller ve yıllara göre tespit edilen yeni bulaşık alanlar.....	3
Çizelge 1.2	Nevşehir ilinde yıllara göre patates siğil hastalığı nedeniyle azalan üretim alanları ve üretim miktarları.....	4
Çizelge 2.1	<i>Synchytrium endobioticum</i> ’a karşı denenen ancak tam bir eradikasyon için başarılı olamamış kimyasallar.....	20
Çizelge 3.1	Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde toprak örneği alınan yerler ve alınan örnek sayıları.....	28
Çizelge 3.2	Konya, Bolu, Tokat, Amasya, Afyonkarahisar ve Aksaray illerinde patates tarlalarından alınan toprak örneklerinin alındıkları yerler ve örnek sayıları.....	29
Çizelge 3.3	Kitinolitik, biosurfaktant ve kitinolitik+biosurfaktant aktivite olarak yüksek etki gösteren <i>Bacillus</i> ve <i>Pseudomonas</i> izolatları.....	36
Çizelge 3.4	Biosurfaktant, kitinolitik ve biosurfaktant+kitinolitik özelliklerine göre yüksek, orta ve zayıf etkili <i>Bacillus</i> ve <i>Pseudomonas</i> izolatları.....	36
Çizelge 3.5	Denemelerde kullanılan aktivatörlerin ticari adları, içerik/etkili madde, önerilen uygulama dozları ve üretici firmaları.....	44
Çizelge 3.6	Toprakta <i>Synchytrium endobioticum</i> sporangiumlarının canlılığına etkilerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar çalışmalarında kullanılan fungusitler, üretici firmaları, ticari isimleri ve dozları.....	48
Çizelge 3.7	Tarla 1 izolatının inokulum çoğaltma çalışmaları ve hasat edilen siğil miktarları.....	61
Çizelge 3.8	Tarla 2 izolatının inokulum çoğaltma çalışmaları ve elde edilen siğil miktarları.....	61
Çizelge 3.9	Glynne-Lemmerzahl metot reaksiyon tipi, grup ve sınıflama tanımı.....	63
Çizelge 3.10	Avrupa patotip ayırıcı patates çeşitleri ve 1, 2, 6, 18 patotip reaksiyonları.....	64
Çizelge 4.1	<i>Bacillus</i> ve <i>Pseudomonas</i> izolatlarının aktivitelerine göre sayıları.....	66
Çizelge 4.2	Kitinolitik ve biosurfactant <i>Bacillus</i> ve <i>Pseudomonas</i> izolatlarının aktivitelerine göre derecelendirilmesi.....	66
Çizelge 4.3	İklim odası koşullarında biosurfaktant, kitinolitik ve biosurfaktant+kitinolitik etkili bakterilerin uygulandığı patateslerde görülen enfeksiyon oranları.....	68
Çizelge 4.4	Değişik bakteri izolatları ile siğil hastalığına karşı etkinlik çalışmalarındaki <i>Bacillus</i> ve <i>Pseudomonas</i> izolatlarının hasta ve sağlam yumru sayıları.....	70
Çizelge 4.5	Bakteri uygulaması sonucu görülen hastalık oranları (%).....	71

Çizelge 4.6	Bakteri ile yapılan uygulamalarda Tarla 1 ve 2’de hastalıklı, sağlam yumru oranları ve % etki.....	73
Çizelge 4.7	<i>S. endobioticum</i> ile bulaşıklık oranı yüksek tarlada (65 sporangium /g toprak) 2011 yılında yumruya ve yeşil aksam aktivatör uygulaması yapılmış parsellerde hastalıklı yumru ağırlığının sağlam yumru ağırlığına oranları (%).....	75
Çizelge 4.8	<i>Synchytrium endobioticum</i> ile bulaşıklık oranı yüksek tarlada 2012 yılında bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde hastalıklı yumru oranı ve aktivatörlerin hastalık üzerine etkileri...	76
Çizelge 4.9	<i>Synchytrium endobioticum</i> ile bulaşıklık oranı düşük tarlada 2012 yılında bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde hastalıklı yumru sayıları ve aktivatörlerin hastalık üzerine etkileri.....	77
Çizelge 4.10	Propamocarb hydrochloride I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	81
Çizelge 4.11	Propamocarb hydrochloride II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	82
Çizelge 4.12	Metalaxyl M+Fludioxonil I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	84
Çizelge 4.13	Metalaxyl M+Fludioxonil II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	84
Çizelge 4.14	Hymexazolün I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	85
Çizelge 4.15	Hymexazolün II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	85
Çizelge 4.16	Tolclophos Methyl+Thiram I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	87
Çizelge 4.17	Tolclophos Methyl+Thiram II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	87
Çizelge 4.18	Dimethomorph+Copperoxychloride I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	88
Çizelge 4.19	Dimethomorph+Copperoxychloride II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	88
Çizelge 4.20	Famoxadone+Cymoxanil I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	89
Çizelge 4.21	Famoxadone+Cymoxanil II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	90
Çizelge 4.22	Mandipropamid+Mancozeb I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	91
Çizelge 4.23	Mandipropamid+Mancozeb II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	91
Çizelge 4.24	Zoxamide+Mancozeb I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	91
Çizelge 4.25	Zoxamide+Mancozeb II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri.....	92
Çizelge 4.26	Fungisitlerin iki farklı dozunda yapılan I. ve II. uygulamalar ile elde edilen % etki değerleri.....	94
Çizelge 4.27	Tarla 1 siğil izolatu uygulanan patotip ayırıcı patates çeşitlerinin reaksiyonları.....	96

Çizelge 4.28	Tarla 2 siğil izolatu uygulanan patotip ayırıcı patates çeşitlerinin reaksiyonları.....	97
Çizelge 4.29	Avrupa patotiplerini ayırıcı patates çeşitleri ve patotiplere karşı reaksiyonları.....	98
Çizelge 4.30	Tarla 1’de fungusitlerin hastalıklı, sağlam yumru oranına etkisi, fungusit uygulanan parsellerdeki % hastalık şiddeti ve % etkileri.....	101
Çizelge 4.31	Tarla 2’de fungusitlerin hastalıklı, sağlam yumru oranına etkisi, fungusit uygulanan parsellerdeki % hastalık şiddeti ve % etkileri.....	105

1. GİRİŞ

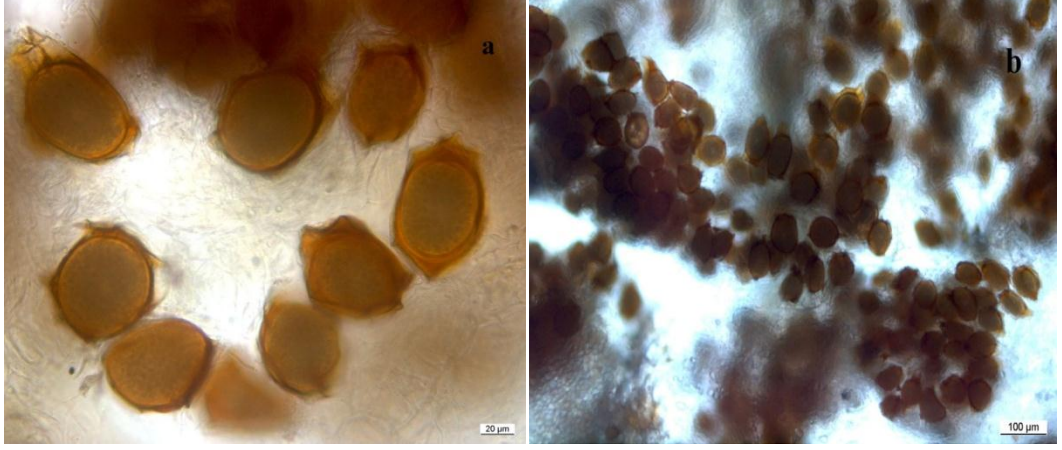
Patates (*Solanum tuberosum* L.) içerdği zengin karbonhidrat, potasyum, magnezyum, B1, B2, B3 vitaminleri nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Tüm dünyada geniş üretim alanına sahiptir. Dünya genelinde başta Çin olmak üzere 125'den fazla ülkede yetiştirilmektedir. Patates yetiştiriciliği 1872 yılından itibaren Türkiye'de resmi olarak kayıtlıdır. Türkiye patates üretim alanlarının yaklaşık yarısını oluşturan Orta Anadolu en önemli üretim sahasıdır (Anonymous 2015).

Türkiye'de her ilde az ya da çok oranda patates üretimi yapılmaktadır. 2011-2013 yıllarında ortalama yıllık patates üretimi 150.000 ha alanda 4,6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de en fazla tohumluk ve yemeklik patates üretiminin yapıldığı iller Bolu, Eskişehir, Afyon, Konya, Kayseri, Aksaray, Karaman, Nevşehir, Niğde, Kırşehir, İzmir, Adana, Hatay, Amasya, Tokat, Sivas, Erzincan, Erzurum, Adıyaman, Bitlis ve Trabzon'dur (Anonymous 2014). Özellikle Nevşehir ve Niğde illeri çok uzun yıllar yurt dışından anaç kademedede getirilen ve Türkiye'nin tüm illerine gönderilen sertifikalı patates tohumluklarının ve yemeklik patates üretiminin merkezi olmuştur. Patates üretimini engelleyen bir çok hastalık ve zararlı olmakla birlikte bunlar içerisinde en tahripkar ve en tehlikeli hastalıklardan biri aynı zamanda etmeni karantinaya tabi olan patates siğil hastalığıdır.

Türkiye'de ilk kez Orta Anadolu'da Nevşehir, Niğde'de ticari patates üretim alanlarında ve Karadeniz'de Ordu ilinde bir ev bahçesinde hastalığın saptanması (Çakır 2005) sonrası, alınan karantina önlemleri doğrultusunda bulaşık tarlada patates üretimi yaklaşık 20 yılın üzerinde bir zaman diliminde yasaklanmıştır. Bölgedeki diğer temiz tarlalarda oluşabilecek riskler nedeniyle tohumluk patates üretimine de izin verilmemektedir (Anonim 2004).

Patates siğil hastalığı etmeni *Synchytrium endobioticum* toprak kökenli, obligat parazit bir fungustur (Smith vd. 1997). Fungusun dinlenme sporları (kışlık sporangium) (Şekil 1.1) toprakta son derece uzun süre canlı kalabilmekte, 10-40 yıl arasında ya da daha

uzun yıllar canlılıklarını sürdürmektedir (Langerfeld 1984, Hampson 1993, Langerfeld ve Stachewicz 1993).



Şekil 1.1.a.b Patates siğil hastalığı etmeni *Synchytrium endobioticum*'un ışık mikroskopunda istirahat sporangiumu

Etmenin ana konukçusu patatestir. Hastalık patates bitkisinde kökler hariç tüm toprak altı kısımlarda ortaya çıkmaktadır. Kök boğazı, stolonlar ve yumrular enfeksiyon yerleridir ve enfekteli alanların anormal büyümesi sonucu karnabahar benzeri urlar oluşur. Etmen şiddetli enfeksiyonlarda yumrunun tamamının ur haline gelmesiyle patates yumrusunu tahrip etmektedir (Smith vd. 1997) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 *Synchytrium endobioticum* enfeksiyonu sonucu a. yumru ve stolonda ur oluşumu b. ur haline gelmiş yumrular

Synchytrium endobioticum tüm dünyada sıfır toleransa sahip bir karantina patojenidir. Bir tarlada bir bitkide hastalık tespit edildiğinde tarlanın tamamı bulaşık kabul edilir ve o tarlaya ait tüm ürün hiçbir şekilde pazarlanamaz. Fungusun topraktaki varlığını uzun yıllar sürdürebilmesi nedeniyle bulaşık tarlalarda çok uzun yıllar patates üretimi güvenli bir şekilde yapılamadığı gibi, bu alan ihraç amaçlı hiçbir üretimde de kullanılamamaktadır (Anonymous 1969, 2007a).

Bulaşık topraklarda hastalığın ciddi sonucu olarak potansiyel ürün kaybı %50-100 olurken, bulaşık yumru üzerindeki siğillerin büyümesi hasattan sonra da devam ettiğinden, ürün kayıpları depoda da meydana gelmektedir. Patojenin insanlar vasıtası ile kolaylıkla nakledilmesi hastalığı daha tehlikeli bir hale getirmektedir. Hastalık etmeni konukçu bulamadığı toprakta dormant halde kalmaktadır (Hampson 1993).

Avrupa’da ilk kez siğil hastalığı belirtisi gösteren patatesler 19. yüzyılın sonlarında İngiltere’de bulunmuştur (Taylor 1920). Günümüzde bu hastalık etmeni Avrupa başta olmak üzere dünyada 39 ülkede sınırlı ya da yaygın olarak bulunmaktadır (Anonymous 2007b, Gorgiladze vd. 2014). Türkiye’de hastalığın varlığı ilk kez 2003 yılında bildirilmiştir (Çakır 2005). Hastalığın yayılmaya başladığı 2003-2008 yılları arasında görüldüğü iller ve bu illerdeki yıllara göre tespit edilen yeni bulaşık alanlar çizelge 1.1’de verilmektedir (Çakır vd. 2008a, Anonymous 2009).

Çizelge 1.1 Türkiye’de 2003-2008 yıllarında Patates siğil hastalığının bulunduğu iller ve yıllara göre tespit edilen yeni bulaşık alanlar

İller	Yıllara göre tespit edilen bulaşık alan miktarı (da)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nevşehir	312	9.450	758	3.794	3.338	4.202
Niğde	44	406	248	786	2.701	2.147
Kayseri	-	-	217	96,5	159	273
Ordu	86	24	17,5	23	10,5	7,5
Trabzon	-	-	0,2	8,7	2	8,6
Giresun	-	15	-	-	-	-
Erzurum	-	-	-	-	0,263	7,8
Toplam	442	9.895	1.240,7	4.708,2	6.210	6.843

2003-2008 yıllarında Nevşehir, Niğde, Kayseri, Ordu, Trabzon, Giresun ve Erzurum illerinde hastalığın bulunduğu görülmüş ve yayılış alanları resmi raporlarda bildirilmiştir (Çakır vd. 2008a). Bulaşıklık bulunan illerde hastalığın yayılış hızı ve yayılış alanlarının tespit edildiği tarlaların konumları karşılaştırıldığında; yayılış iller arası veya aynı ilde birbirinden uzak tarlalarda düzensiz ve hızlı bir artış göstermektedir (Anonim 2009). Bunun en önemli nedeni bulaşık yumru ve toprağın temiz alanlara hastalığın bulaşma riski göz önüne alınmaksızın taşınmasıdır.

Nevşehir ilinde 1998 ile 2009 yılları arasında toplam patates ekiliş alanı ve üretim miktarı çizelge 1.2’de verilmiştir. Hastalığı görülmeye başladığı 2003 yılından itibaren patates ekiliş alanında ve buna bağlı olarak da üretimde önemli azalma görülmüştür.

Çizelge 1.2 Nevşehir ilinde yıllara göre patates siğil hastalığı nedeniyle azalan üretim alanları ve üretim miktarları

Yıllar	Ekiliş (Ha)*	Üretim (ton) *
1998	27.316	1.086.250
1999	27.397	1.145.744
2000	25.552	977.530
2001	23.652	784.610
2002	24.533	875.630
2003	24.678	907.380
2004	24.593	976.815
2005	10.332	385.410
2006	14.115	564.000
2007	11.745	464.000
2008	12.245	480.250
2009	10.540	420.160

* : Nevşehir Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Verileri (Anonim 2009).

Nevşehir ilinde yıllara göre patates ekilişi patates siğil hastalığının görülmediği 1998-2002 yılında yaklaşık 25.690 ha alanda üretim yapılırken, bölgede hastalığın oldukça yayıldığı 2009 yılında 10.540 ha üretim alanına düştüğü belirlenmiştir.

Patates siğil hastalığından meydana gelen ürün kayıpları doğrudan patojenin meydana getirdiği enfeksiyondan değil bununla birlikte; uygulanan karantina, uzun süreli ürün rotasyonu, yasal yaptırımlar, artan araştırma aktiviteleri, yalnızca dayanıklı patates çeşitlerinin yetiştirilmesini teşvik etmek gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır (Hampson 1993).

Günümüzde mücadelesi sadece yayılmayı engelleyici karantina önlemleri ve bulaşık alanların etrafında dayanıklı patates üretimi şeklinde mücadelesi yürütülen hastalığın etmeni fungusitlere oldukça dayanıklıdır. Bu hastalığın kimyasal mücadelesi ile ilişkili çalışmalar oldukça eskidir. Çalışmalarda etkinliği yüksek bir fungusit belirlenememiştir (Obidiegwu vd. 2014). Araştırmacılar hastalık etmeninin hayat çemberindeki zayıf halkanın zoosporların dinlenme (istirahat) sporangiumlarından çıkarak hassas patates dokularına doğru hareket ettikleri süreç olduğunu vurgulamışlardır (Hampson 1977). Bu nedenle mücadele çalışmalarında zoosporları üzerine etkili uygulamalar yapıldığında daha etkili sonuçlar alınacağı düşünülmektedir. Biosurfaktant özellik gösteren bakterilerin *Synchytrium* spp. zoosporları üzerine çok etkili olduğu ve biyolojik mücadelede kullanılabileceği bildirilmektedir (Stanghellini ve Miller 1997).

Kültürel uygulamalardan alınan sonuçlarda; toprak karışımlarının hastalığa bir etkisi olmadığı, ancak killi topraklarda gallerin büyümesinin kumlu topraklara göre daha fazla olduğu, siğil oluşumunda aşırı sulamanın sınırlayıcı bir faktör olarak rol aldığı tespit edilmiştir (Hampson 1997). Sing ve Shekhawat (2000) tarafından mısır gibi ürünlerin bulaşık alanlardaki *S. endobioticum*'un dinlenme sporlarının canlılık oranını düşürdüğü bildirilmiştir.

Toprağa yönelik yapılan uygulamaların etkinliğine yönelik çalışmalarda ise; kireç uygulamasının etkisinin tutarsız olduğu, toprağa üre uygulamasının toprak mikroorganizmalarının popülasyonunu arttırdığı, enfeksiyon sırasında amonyumun zoosporların ortaya çıkma işlemini, hareketini ve yerleşmesini engelleyebileceği belirlenmiştir (Hampson 1985). Mirzabekian vd. (1961) patates dilimleri üzerinde bazı aktinomisetlerin toprağa uygulanmasıyla siğil hastalığının biyolojik mücadelesi

üzerinde çalışmışlardır. Uygulama siğil oluşumunu %97'den %25'e kadar düşürmüştür. Eş zamanlı toprak uygulaması en iyi sonuçları vermiş, araştırmacılar üç yıllık bir uygulama programının topraktaki bulaşıklığı yok edebileceğini belirtmişlerdir.

S. endobioticum'un dinlenme sporları kitin içermektedir. Bu özellik dikkate alınarak bulaşık topraklara kitin ilave edilerek kitin tüketen mikroorganizmaların yoğunluğunun artırılması ile hastalıkla mücadeleye yönelik yapılan çalışmalarda öğütülmüş yengeç kabuğu uygulamasının hastalık oranı ve şiddetini azalttığı, bu nedenle biyolojik kontrol amaçlı kullanılabileceği bildirilmiştir (Hampson ve Coombes 1991).

Hastalığa karşı bulaşık tarlada uygulanan karantina önlemleri yanında bulaşık tarlalar etrafında dayanıklı patates çeşidi yetiştirilmesi tüm dünyada en yaygın uygulamadır. Ancak ticari patates çeşitlerinin sürekli olarak değişmeleri ve dayanıklı çeşitlerin farklı nedenlerle tercih edilmemesi bu uygulamanın devamlılığını güçleştirmektedir. Günden güne yeni üretim alanlarımıza da yayılan hastalığa karşı bulaşık alanlarda karantina dışındaki uygulamaların da devreye girmesi, bulaşık alanlardaki inokulumun azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Hastalığa karşı karantina önlemleri dışında yürütülen mücadeleye yönelik uygulamalar eski ve çok az sayıda yapılan çalışmalardır. Bulaşık alanlarda hem patates ve diğer yumrulu bitkilerin hem de ihrac amaçlı diğer ürünlerin ve üretim materyallerinin yetiştirilmesinin yasak olması ve yıldan yıla artarak yayılmaya devam eden hastalık nedeniyle tarımsal üretim ve ihracatımız büyük tehlike altına girmiştir. Ülkemizde karantina önlemleri yeterince uygulanamadığından ve hassas patatesler tercih edildiğinden bu hastalık patates üretim alanlarında hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Bundan dolayı koruyucu ve bulaşık topraktaki iyileştirici uygulamalarında araştırılması ve etkili sonuçların ortaya çıkması halinde mücadelede karantina tedbirleri ile birlikte kullanılması uygun olacaktır.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda hastalığın kimyasal mücadelesi konusunda yüksek oranda başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Bugün dünyada daha çok hastalığın yayılmasının engellenmesi amacıyla karantina tedbirleri etkin olarak kullanılmaktadır. AB'nin 69/464/ECC sayılı konsey direktifi patates siğil hastalığı ile mücadele etmek ve

yayılmasının engellenmesi için üye ülkeler tarafından alınacak olan birtakım yaptırımları bildirmektedir (Anonymous 1969). Buna göre, üye ülkeler hastalık bulaşmış parseli sınırlandırması ve civarındaki alanları korumak üzere yeterli genişlikte bir güvenlik kuşağı oluşturarak, bulaşık tarlada tespit edilen *S. endobioticum* ırklarına karşı dayanıklı olan patateslerin bu kuşakta yetiştirilmesini sağlamaları gerekmektedir.

Son yıllarda bitki hastalıkları ile mücadelede bitki aktivatörlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bitki aktivatörleri doğal bitki savunma sistemlerini harekete geçiren maddelerdir. Bu fizyolojik olay sistemik kazanılmış dayanıklılık (systemic acquired resistance, SAR) olarak isimlendirilmektedir. Bitki aktivatörleri pestisitlerin aksine direkt olarak hastalık etmeni üzerine etki etmezler, bitkideki dayanıklılık mekanizmasını aktive eden genleri uyarak dayanıklılığı sağlarlar (Vallad ve Goodman 2004). Sistemik kazanılmış dayanıklılıkta genlerin aktivasyonundan sonra hücrelerde biyolojik ve histolojik değişiklikler meydana gelir. Bitkilerde savunma mekanizmasının işleyişinde etkin rol oynar, peroksidaz enzimi kloroplastlarda sentezlenir ve savunma sisteminin önemli bir bölümünü oluşturur. Bitkilerde hücrelere ve dokulara mekanik destek sağlayan ve patojen saldırılarına karşı direnç oluşturan ligninin oluşumunda görev alır. Dayanıklılık kazanan bitkilerde hücreler arasında patojenite ile ilişkili proteinlerin (PR), hücreler arasında birikimi gözlenir. Bunun sonucunda fungal ve bakteri hücrelerini parçalayan enzim aktivitelerinde artış görülür. Bitki hastalıklarına karşı aktivatörlerin fungusitlerle birlikte kullanılmasının bitki hastalıklarının mücadelesinde daha başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bu nedenle *S. endobioticum*'a karşı etkili fungusitlerin belirlenmesi, bitki aktivatörleri ve biyolojik mücadele ajanları ile kombine uygulamalar üzerine çalışmaların yapılması ile daha başarılı sonuçlar alınabilecektir.

Patates siğil hastalığının yaygın olarak bulunduğu Orta Anadolu bölgesinde yürütülen bu çalışmada; ülkemizde geniş üretime sahip hassas patates çeşitlerinde aktivatör uygulaması ile bitkide savunma mekanizmasının uyarılması ile enfeksiyon oluşumunun önlenmesi, toprakta hareket eden ve enfeksiyonu oluşturan zoosporlara karşı etkili olan biyosurfaktantları üreten kök bakterilerinin ve kitin içeren sporangiumların toprakta engellenmesinde etkili kitinolitik bakterilerin belirlenmesi ve bunların kullanımı ile

önümüzdeki yıllarda daha büyük sorunlara yol açacak olan hastalığa karşı alternatif mücadele olanakları araştırılmıştır. Ayrıca toprağa uygulanacak fungusitlerin hastalığa etkisinin belirlenmesi ve karantina tedbirleri ile bulaşık tarlanın eradikasyonu çok uzun yıllar aldığından toprakta patojenin üzerine etkili olabilecek fungusitlerin kullanılarak inokulumun daha kısa sürede eradikasyonu hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Patates Siğil Hastalığı

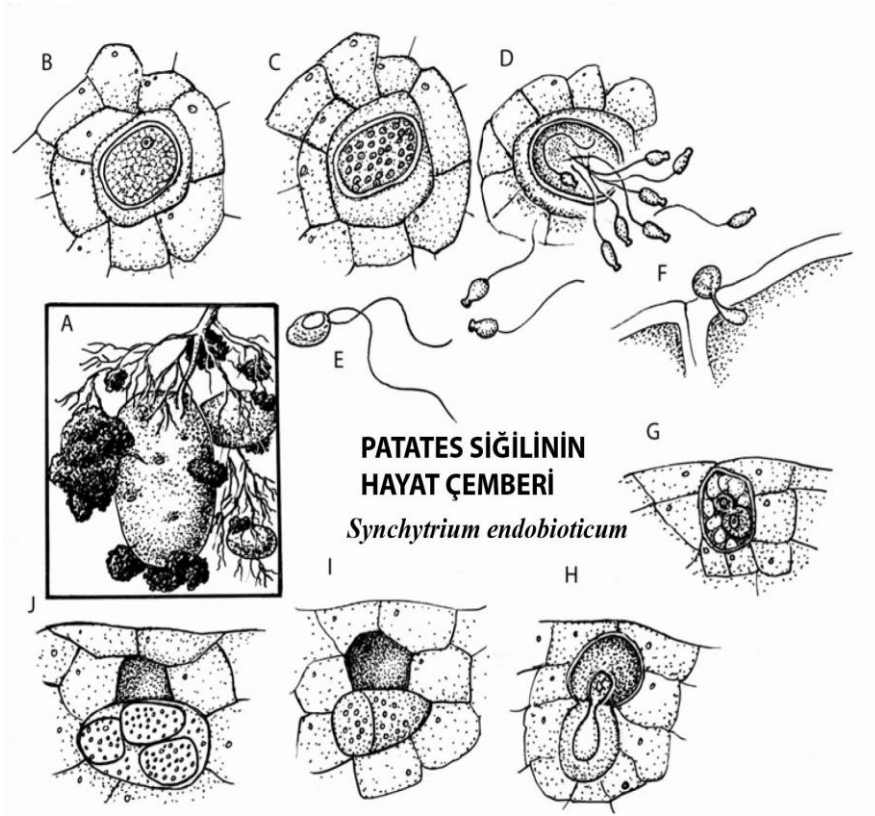
Patates siğil hastalığının nedeni olan mikroorganizma Macaristan/Budapeşte Üniversitesi'nde Shilbersky tarafından ilk kez 1896 yılında belirlenmiş ve *Chrysophylytis endobiotica* olarak adlandırılmıştır (Hampson 1993). Percival (1910) patojenin taksonomik isimlendirilmesini *Synchytrium endobioticum* (Shilbersky) Percival olarak yeniden yapmıştır. *Synchytrium endobioticum* (sinonim, *Synchytrium solani* Masee) Chytridiomycetes sınıfı, Chytridiales takımı, Synchytriaceae familyasında yer alan, hif oluşturmeyen ancak içerisinde 200-300 adet zoospor (2-4 µm) bulunan sporangium oluşturan obligat bir fungustur. Sporangium genellikle küresel, kalın duvarlı olup çapı ortalama 25–75 µm'dir. Toprakta küçük toprak parçacıkları ile birleşerek veya kümelenerek 0,1-2,0 mm çapa kadar ulaşabilir. *S. endobioticum*'un kalın duvarlı sporangiumu (dinlenme sporu veya kışlık spor) toprakta en az 30 yıl canlı kalabilir ve 50 cm kadar derinliğe kadar bulunabilir (Smith vd. 1997).

Fungusun gelişimi için ortalama sıcaklığın 18°C veya daha serin, yıllık yağışın en az 700 mm olduğu şartlar en uygundur (Anonymous 2004). İlkbaharda sıcaklık 8°C'nin üstüne çıktığında hastalıklı bitki artıklarında veya toprakta mevcut sporangiumdan çıkan, arkadan tek kamçılı zoosporlar topraktaki su içerisinde hareket ederek yayılırlar. Zoosporlar 1-2 saat canlı kalabilirler, konukçu bitkinin toprak altı organlarına ulaşınca kamçılarını kaybederek enkist haline dönüşür ve konukçu dokusunu doğrudan penetre eder. Doku içerisinde beslenerek gelişir ve etrafını sarımsı kahverengi bir zarla sarar. Bu zamanda fungusun salgıladığı maddelerle hücrenin genişlemesine ve bunun etrafındaki hücrelerin kontrolsüz büyümesine ve bölünmesine sebep olur. Konukçu hücrenin içindeki tek nükleuslu ve oldukça büyümüş olan etmen kendi dışına doğru damla şeklinde bir çıkıntı oluşturur ve bu çıkıntının içine hücrenin sitoplazması ve nükleusu geçer. Prosorus adı verilen bu çıkıntı büyüyerek bitki hücrelerini doldurur ve hücrenin ölmesine neden olur. Bundan sonra nükleus bir seri bölünmeye gider ve iki nükleus sayısı 32'e ulaşır. Bu anda prosorus her biri çok nükleuslu olan 4-9 poligonal parçalara

ayrılır. Bu parçalarda nükleus bölünmesi devam eder ve her bir parçada 200-300'e ulaşır. Bunların her biri ince bir çeperle çevrilerek sporangiuma veya gametangiuma dönüşür. Sporangium veya gametangium oluşumu daha ziyade çevre şartlarına bağlıdır. Ortamda bol su olduğunda, zoospor üretildiği halde, su eksikliği gibi bazı stres koşullarında zoosporlar zigot oluşturmak üzere birleşirler. Çift kamçılı yapıya sahip olan zigot konukçu epidermisine rastladığında kamçılarını atarak konukçu hücrelerine penetrasyonu gerçekleştirmek suretiyle enfeksiyonu başlatır. Enfeksiyona uğrayan konukçu hücrelerinin parçalanması neticesi toprağa karışırlar. *Synchytrium endobioticum*'un dinlenme sporları (kışlık sporangium) şekil 2.1'de, hayat çemberi şekil 2.2'de (Smith vd 1997, Baker vd. 2007) verilmiştir.



Şekil 2.1 *Synchytrium endobioticum*'un canlı dinlenme sporangiumu (kışlık sporangium)



Şekil 2.2 *Synchytrium endobioticum*'un hayat çemberi (Stevenson vd. 2001)

- A: Yumru, kök boğazı ve stolonlarda siğil enfeksiyonu
- B: Dinlenme sporangiumu
- C: Dinlenme sporangiumunda olgunlaşan zoosporlar
- D: Hareketli zoosporların serbest bırakılması
- E: İki zoospor daha sonra zigotu oluşturacak olan diploid sporangiumu meydana gelmesi
- F: Zoosporun konukçu hücrelerine direk penetrasyonla girişi
- G: Konukçu hücrelerinde genç prosorus
- H: Prosorus içeriğinin konukçu hücrelerine geçmesi
- I: Konukçu hücrelerine geçen sorus bölünerek haploid karakterli iki sporangia oluşması
- J: Sorus içerisinde haploid karakterli sporangiumlar olgunlaşması ve zoosporları serbest bırakılması

Kültür bitkisi olarak başlıca konukçusu patates (*Solanum tuberosum*)'tir. Patates dışında domateste (*Lycopersicum esculentum*) de enfeksiyona neden olur. Domates bitkisi enfeksiyonu köklerde meydana gelmesiyle patates bitkisinden farklılık göstermektedir (Şekil 2.3) (Przetakiewicz 2008, Çakır vd. 2008). Diğer konukçularının yabani Solanaceae türleri, *Petunia*, *Nicotiana*, *Physalis* ve *Capsicastrum* spp. (Walker 1983) ve deneysel şartlar altında *Lycium*, *Nicandria*, *Schizanthus*, *Duboisia*, *Hyoscyamus*, *Nicotiana*, *Physalis* ve *Capsicastrum* spp. olduğu bildirilmektedir (Hampson 1986).



Şekil 2.3.a. *Synchytrium endobioticum*'un domates köklerindeki enfeksiyonu, b. köklerde meydana gelen urlar (Çakır vd. 2008)

Patates siğil hastalığı konukçu bitkiyi öldürmez. Hastalanmış patates bitkilerinin yeşil aksamında hiçbir değişiklik görülmez, tıpkı sağlam bitki görünümünde olur ve kökteki zarar hasada kadar göze çarpmaz, ancak bazen bitki susuz kalmış gibi canlılıkta bir azalma olabilir (Anonymous 2004a). Seyrek olarak gövde, yaprak (Şekil 2.4) ve çiçek enfekte olabilmektedir (Hooker 1981)



Şekil 2.4 Patates yaprak enfeksiyonu (Stachewicz 2015, Anonymous 2003)

Hastalık, patates bitkisinde kökler hariç tüm toprak altı kısımlarda ortaya çıkmaktadır. Gövdenin toprakla birleştiği yerler, stolonlar ve yumrular enfeksiyon yerleridir (Smith vd. 1997). Bu yerlerdeki enfekteli alanların anormal büyümesi sonucu urlar oluşur. Urlar morfolojik olarak, karnabahara benzeyen hiperplastik doku şeklinde gelişen biçimsiz, tomurcuklanmış yapıdadır. Urlar, toplu iğne başı büyüklüğünden yumruk büyüklüğüne kadar olan boyutlarda olabilir. Tipik bir ur başlangıçta beyazdır, kabaca elips şeklinde, düzensiz ancak yapı olarak genellikle katı olmayıp, yumuşak, etli ve pürüzlü yapıdadır. Yumrudan kolaylıkla kopabilmektedir. Genellikle, gelişmekte olan bir ur, toprak seviyesinden açığa çıktığında, rengi yeşile döner ve zamanla toprak altında veya üstünde, yaşlandıkça rengi koyulaşır, kahverengine dönüşür (Melodie ve Sindermann 1994).

Yeni gelişmekte olan yumrulardaki erken enfeksiyonlar, yumrunun bozuk ve süngerimsi bir hal almasına neden olur ve yumru zorlukla tanınır. Daha yaşlı olan yumrulardaki enfeksiyonlarda sadece gözler zarar görür, buralarda tipik siğilli ve karnabahar benzeri şişkin yapılar meydana gelir. Şiddetli bulaşmalarda yumrunun tamamı gal halini alabilir (Şekil 2.5). Şiddetli enfeksiyonlar yumru oluşumunu önlemek suretiyle patates üretimini tahrip etmektedir. Etmen önemli derecede ürün kayıplarına neden olur, hastalıklı yumrular tarlada veya depoda çürür (Hampson and Coombes, 1991).



Şekil 2.5.a. Şiddetli patates siğil enfeksiyonu gösteren patates yumruları, b. siğil hastalığından tamamen gal haline gelmiş patates yumrusu

Synchytrium endobioticum'un birçok patotipi (ırkı) vardır. Etmen bu patotiplere bağlı olarak farklı patates çeşitlerinde enfeksiyon yapmaktadır. EPPO bölgesinde en yaygın patotip 1 (Avrupa ırk 1)'dir. Buna ilaveten birçok ülkede ortaya çıkan tek patotiptir (Anonymous 2004). Tanımlanan patotiplerin orijinleri Hollanda, Almanya, Ukrayna ve Çek Cumhuriyeti'dir (Baayen vd. 2006). Farklı iklim şartlarının ve özellikle *Hyoscyamus* spp. *Solanum dulcamara*, *S. nigrum*, *Physalis* spp. gibi Solanaceae familyasında yer alan yabancı otların *S. endobioticum*'un yeni patotiplerinin oluşumunda önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Melnik 1998).

Baayen vd. (2006), başlangıçta *S. endobioticum*' un sadece 1 patotipinin bilindiğini, oysa Avrupa'da şu anda 40'dan fazla patotip tanımlandığını, hatta daha fazlası olduğunu fakat kodlanmadığını bildirmektedir.

Avrupa'da yaygın patotiplerin 1, 2, 6, 8 ve 18 nolu patotipler olduğu ve bu patotiplerin, patotip ayırt edici patates çeşitlerinden her bir patotip için dayanıklı ya da hassas reaksiyon veren Deodora, Tomensa, Eersteling, Producent, Combi, Saphir, Delcora, Miriam, Karolin, Ulme, Belita patates çeşitlerinde oluşan reaksiyonlara göre ayırt edilebileceği bildirilmektedir (Anonymous 2004).

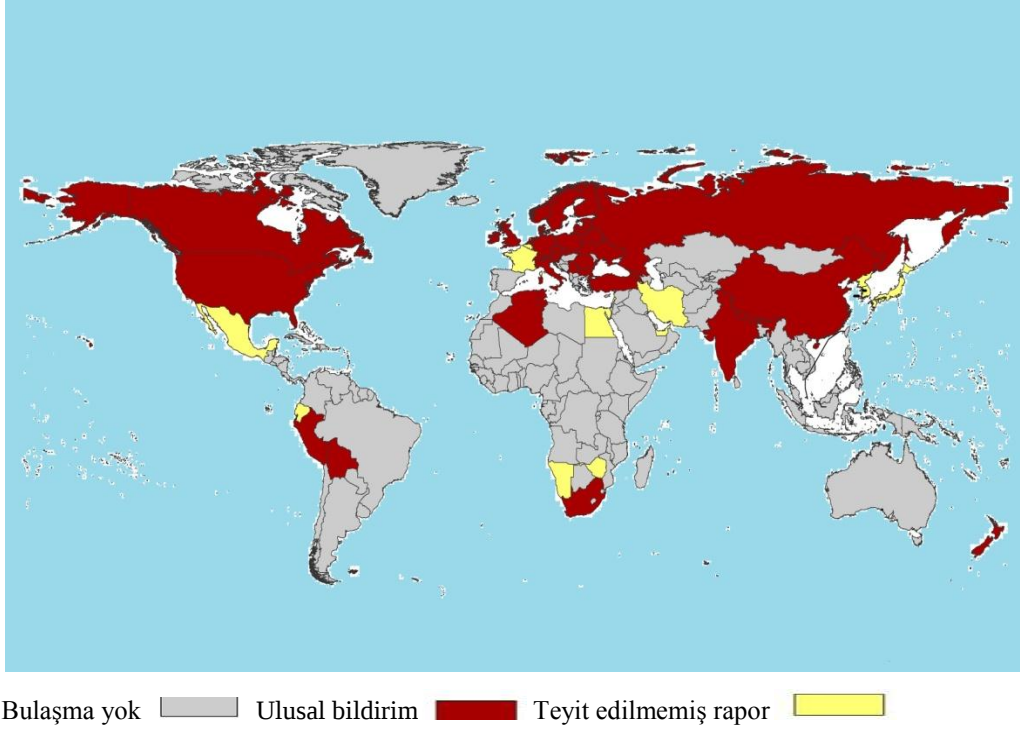
2.2 Siğil Hastalığının Yayılışı ve Türkiye'deki Durumu

Bu hastalığın Avrupa'ya ilk defa 1840-50 yıllarında patates üretimini sınırlandıran Patates geç yanıklık (*Phytophthora infestans*) hastalığından sonra Güney Amerika'dan Avrupa'ya ıslah materyali olarak getirilen hastalıklı patates yumrusu ve toprak örnekleri ile bulaştığı düşünülmektedir. Avrupa bu hastalıkla ilk kez 19. yüzyılın sonlarında tanışmıştır. Avrupa'da siğil hastalığı belirtisi gösteren patatesler ilk kez İngiltere'de bulunmuştur (Taylor 1920). Bu hastalığın varlığı İngiltere'de 1901 yılında resmi olarak belirlenmiştir. Fakat hastalığın İngiltere ve İskoçya'da 1876 veya 1878 başlarında olduğu tahmin edilmektedir ve İngiltere'den Avrupa'ya 1888 yılından itibaren yayıldığı sanılmaktadır (Baayen vd. 2006). Avrupa içerisinde ise 1891 ve 1920 yıllarında hızla yayılmıştır ve İngiltere'de de yüksek orandaki zarar rapor edilmiştir (Moore 1957).

Almanya’da hastalık ilk olarak 1908 yılında Westphalia’da Spieckermann tarafından gözlenmiş ve sonradan Almanya’daki patates yetiştirme merkezlerinin hepsinde tespit edilmiştir. 1927’de Almanya’da 2.8 milyon ha patates üretim alanının 2.700 hektarlık kısmında hastalık belirlenmiştir. Hastalık eski Sovyetler Birliği (USSR)’nde 1938’de tespit edilmiş ve yaklaşık 118.000 yetiştirme noktasında görülmüştür, 1971’de toplam 16.352 ha alan hastalıkla bulaşmıştır. İsveç’de 1912’de görülürken, Polonya’da ilk kez 1925’de tespit edilmiştir. Hollanda’da 1915 sonbaharında resmi olarak tespit edilmiş olmasına rağmen 1907 yılından itibaren görüldüğü bildirilmektedir (Baayen vd. 2006).

Hastalık bulaşık tarladan gelen yumru ve toprak yoluyla yayılmaktadır. Patojenin insanlar vasıtası ile kolaylıkla nakledilebilmesi hastalığı daha tehlikeli bir hale getirmektedir. Hastalık bulunduğu yerde uzun süre dormant halde kalabilmektedir. İnsan hastalığın yayılmasında en önemli faktördür (Hampson 1993). Bu nedenle sosyal hastalık olarak da isimlendirilmiştir (Hilli 1932).

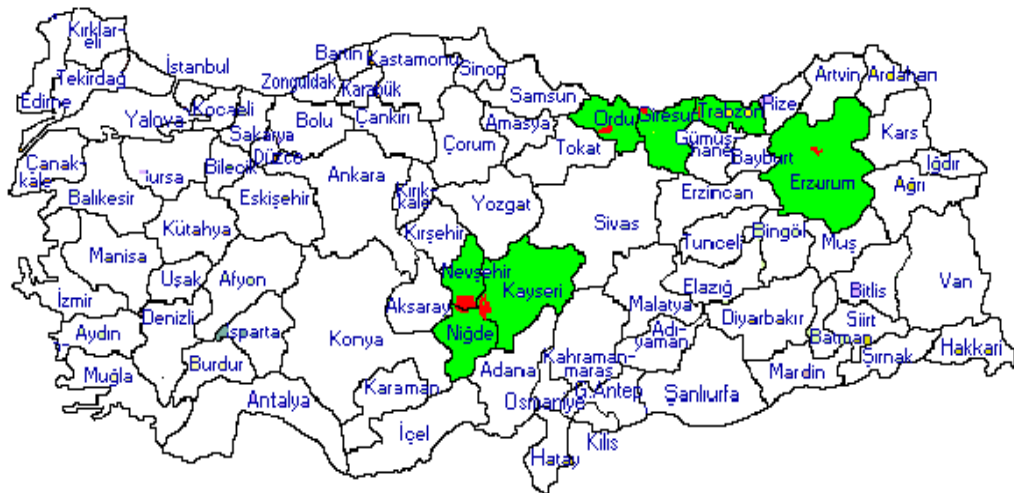
Dünyada birçok ülkede sınırlı ya da yaygın olarak patates siğil hastalığı bulunmaktadır. *Synchytrium endobioticum*’un bulunduğu ülkeler Avrupa’da; Ermenistan, Avusturya, Beyaz Rusya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Faroe Adaları, Finlandiya, Almanya, İrlanda, İtalya, Letonya, Lüksemburg, Karadağ, Hollanda, Norveç, Polonya, Romanya, Rusya, Slovakya, Slovenya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Bulgaristan, Ukrayna, İngiltere, Asya’da; Bhutan, Hindistan, Nepal, Afrika’da; Cezayir, Güney Afrika, Tunus, Amerika’da; Bolivya, Kanada, Ekvator, Falkland Adaları, Peru, Okyanusya’da; Yeni Zelanda (Anonymous 2007b) ve son olarak da Gürcistan’dır (Gorgiladze vd. 2014). Hastalığın varlığının resmi olarak bildirildiği ülkeler ve olduğuna dair yayınlar bulunan ancak resmi olarak bildirilmemiş bazı ülkeler şekil 2.6’de görülmektedir.



Şekil 2.6 *Synchytrium endobioticum*'un dünyadaki yayılış alanları haritası (Anonymous 2007b, Gorgiladze vd. 2014)

Türkiye’de ilk kez Karadeniz Bölgesinde 2003 yılında Ordu ili Aybastı ilçesinde yerel patates çeşitlerinde tüketim amaçlı yetiştiricilik yapılan ev bahçelerinde, ardından aynı yıl Orta Anadolu Bölgesinde Niğde ve Nevşehir illerinde ticari olarak yetiştirilen Agria, Donella, Granola, Marfona ve Russet Burbank çeşitlerinde bulunduğu bildirilmiştir (Çakır 2005).

Türkiye’de siğil hastalığı bulaşık alanlar yıldan yıla artış göstermiş, 2007 yılına kadar Orta Anadolu’da Nevşehir, Niğde ve Kayseri Karadeniz Bölgesinde Ordu, Trabzon, Giresun illerinde görülen hastalık farklı bir bölge olarak Doğu Anadolu bölgesinde Erzurum ilinde görülmüştür (Şekil 2.7) (Çakır vd. 2008a). Tespit edilen yeni bulaşık alanlar en fazla sırasıyla Nevşehir, Niğde ve Kayseri illerinde belirlenmiştir. Erzurum ilinde 2007 yılında çok sınırlı alanda bulunan bulaşıklığın daha sonra resmi olarak eradike edilmiş ve bu yere meyve bahçesi tesis edildiği bildirilmiştir. Ayrıca ülke genelinde 2013 yılında 43.756 ha alanda yürütülen surveylerde 3432,5 ha alanın bulaşık olarak tespit edildiği ve güvenlik kuşağı ile birlikte 11986,6 ha alanın patates üretimine yasaklandığı bildirilmiştir (Anonymous 2014).



Şekil 2.7 Türkiye’de 2003-2008 yılları arasında sigil hastalığının bulunduğu iller

2.3 Patates Siğil Hastalığının Ekonomik Önemi

Patates siğil hastalığı tüm dünyada toleransı sıfır olan bir karantina hastalığıdır. Siğil hastalığı etmeni *S. endobioticum* 1 sporangium/g toprak inokulum yoğunluğunda enfeksiyon başlatabilir (Hampson 1992). Hastalık tarlada bir bitkide tespit edildiğinde o tarlanın tamamı bulaşık kabul edilir. *S. endobioticum*'un tarlada görülmesi halinde, o tarladan gelen tüm ürün pazarlanamaz olarak nitelendirilir. Fungusun topraktaki varlığını uzun yıllar sürdürebilmesi nedeniyle bulaşık tarlalarda etmen eradike oluncaya kadar çok uzun yıllar patates üretimine izin verilmez ve bu alan ihraç amaçlı hiçbir ürünün üretiminde de kullanılamaz (Anonymous 1969).

Bulaşık topraklarda potansiyel ürün kaybının %50-100 olabileceği bildirilmektedir. Yumru üzerindeki siğillerin büyümesi hasattan sonra da devam ettiğinden, ürün kayıplarının depoda da meydana gelmesine neden olur (Hampson 1993, Melnik 1998).

Kanada’da meydana gelen ekonomik kayıpların doğrudan patojenden kaynaklanmadığı ancak uygulanan karantina, ambargolar, uzun süreli ürün rotasyonu, yasal yaptırımlar, artan araştırma aktiviteleri, yalnızca dayanıklı patates çeşitlerinin yetiştirilmesini teşvik etmek gibi etkenlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Kanada’da bulaşıklık nedeniyle

çiftçi gelirleri düşmüş, patates üretiminin yasaklanması nedeniyle üretim sekteye uğramıştır ve bu da patatesin yasaklandığı alanlarda fiyat artışlarına neden olmuştur. Şiddetli epideminin Kanada/Maritime bölgesindeki tohumluk patates üretim endüstrisini çökerteceği, patates alanlarında görülen hastalığın Kanada patateslerinin ihracatını da engelleyebileceği bildirilmiştir (Hampson 1993).

Patates siğil hastalığının ülkemizde hastalığın en yaygın görüldüğü il olan Nevşehir ilinde karantina altına alınan tarlalar yıldan yıla artmış ve patates üretiminde azalmaya neden olmuştur. Nevşehir’de patates ekilişi patates siğil hastalığının görülmediği 1998-2002 yıllarında yaklaşık 25.690 ha alanda üretim yapılırken bölgede hastalığın oldukça yayıldığı 2009 yılında 10.540 ha üretim alanına düştüğü belirlenmiştir. Nevşehir ilinde bulaşık alanlarda patates üretiminin yasaklanması ve alanların daralması ile birlikte patatesin yerini bölgede yaygın olarak yetiştirilen hububat, çerezlik kabak, fasulye ve sınırlı miktarda diğer sebze üretimi almıştır. Hastalık nedeniyle çiftçinin patates üretimi yapamamasından dolayı ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı patates siğil hastalığından dolayı meydana gelen maddi kayıplar nedeniyle bölge çiftçisine ekim yasağı getirilen alanlarda tavsiye edilen alternatif uygulamaların desteklenmesi amacıyla her yıl ürüne göre dekar başına belirlenen miktarda ödeme yapmaktadır (Anonim 2014).

Uluslar arası ticarete hastalığın çok önemli bir karantina organizması ve aynı zamanda toleransının sıfır olması nedeniyle hastalığın görüldüğü ülke, kendi içinde ve komşu ülkelere etmenin yayılışını önleyici tedbirleri almakla yükümlüdür. Bu nedenle uluslar arası ticarete patates ve diğer bitkilerin ihracatında *S. endobioticum*’dan temiz alanlardan gelmiş olması zorunludur ve ülkeler bunu sağlamak mecburiyetindedirler. Ayrıca güvenlik zonunda yetiştirilen patateslerinde herhangi bir sekonder enfeksiyon oluşma riski için herhangi bir tehlike oluşturmeyen patates çeşitlerinden olması gerekmektedir. Güvenlik kuşağı bulaşık tarlaların etrafında güvenliği sağlayacak yeterlikte olmalı ya da çalılık, orman, nehir, ova gibi doğal engellerden oluşmalıdır. Rutin yapılan toprak ve yumru sürveyleri ile ülkeler hastalığın yaygınlığını sürekli kontrol etmek zorundadır (Anonymous 1969, 2007a).

2.4 Patates Siğil Hastalığı Mücadele Çalışmaları

Obidiegwu vd. (2014) tarafından bildirildiğine göre; Patates siğil hastalığı kimyasal mücadele olanakları 80 yıldır araştırılmaktadır. Günümüze kadar yapılan kimyasal uygulamaların listesi çizelge 2.1’de verilmiştir. Ancak uygulamalar *S. endobioticum*’un tamamıyla topraktan eradikasyon için başarılı olamamıştır. Siğil hastalığı fungusitlere oldukça dayanıklıdır. Hastalığa karşı 120’den fazla fungusit tek veya kombine edilerek denenmiş, fakat başarılı bulunanlar ya fitotoksik olmuş ya da toprak sterilantı olarak fonksiyon göstermiştir. Triforine, Thiophanate methyl, Carbendazim, Carboxin, Carboxin+Captan, Thiabendazole, Benomyl gibi fungusitler üretici firmanın önerdiği dozlarda ve daha yüksek dozlarda hassas çeşitlerde yumru daldırma şeklinde hastalığa karşı sera ve tarlada uygulanmıştır. Carbendazim, saksı denemelerinde en etkili fungusit olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar hastalık etmeninin hayat çemberindeki zayıf halkanın zoosporların dinlenme (istirahat) sporangiumlarından hassas dokulara doğru hareket ettikleri süreç olduğunu vurgulamışlardır. Zoosporların aktif olduğu toprak ortamında etkin olabilen fungitoksik materyallerin mücadelede başarılı olabildiği, yumru yüzeyini kaplamada kullanılan fungusitlerin ise uzun süre etki gösteremedikleri bildirilmektedir (Hampson 1977).

Çizelge 2.1 *Synchytrium endobioticum*'a karşı denenmiş ancak tam bir eradikasyon için başarılı olamamış kimyasallar (Obidiegwu 2014)

Kimyasal	Kaynak
Acetic acid	Glynne (1928)
Allyspol	Potoc̣ek (1991)
Ammonia	Dykstra (1940)
Ammonium hydroxide	Hampson (1985), Potoc̣ek (1991)
Ammonium nitrate	Glynne (1928)
Ammonium thiocyanate	Hampson (1985)
Basamid	Potoc̣ek (1991)
Bordeaux	Hunt et al. (1925)
Bleaching powder, powdered chalk and cymene	Gimingham and Spinks (1919)
Calcium	Roach et al. (1925)
Calcium cyanamide	Tarasova and Beskorovainy (1973), Efremenko (1980), Efremenko and Yakovleva (1981), Potoc̣ek (1991)
Carbamide	Tarasova and Beskorovainy (1973)
Carbamide, nitrafen	Efremenko (1980)
Copper sulfate	Potter (1909), Johnson (1909–1910), Malthouse (1910), Gimingham and Spinks (1919), Dykstra (1940), Hartman (1955)
Chloroform	Glynne (1928)
Chloro-picrin	Gimingham and Spinks (1919)
Chlordinitro-benzene and nitrobenzene	Roach et al. (1925)
Creosote	Gimingham and Spinks (1919)
Dichlorocresol	Roach et al. (1925)
Dichlorpropene	Potoc̣ek (1991)
Dinitro-orthocresol	Zakopal (1950a), Pidoplichko (1959), Sedivy (1975)
Ethyl alcohol	Glynne (1928)
Formalin	Gimingham and Spinks (1919)
Formaldehyde	Potter (1909), Johnson (1909–1910), Ericksson (1914), Roach et al. (1925), Hunt et al. (1925), Glynne (1928), Hartman (1955)
Lime	Malthouse (1910), Schaffnit and Voss (1918), Hampson (1985)
Methyl bromide	Rasmussen and Mygind (1977)
Mercuric chloride	Hunt et al. (1925), Weiss and Brierley (1928)
Nematin	Potoc̣ek (1991)
Nitraphen	Kharitonova and Tarasova (1971)
Nitrosan	Potoc̣ek (1991)
Perocid	Knorr (1922)
Phenol	Glynne (1928)
Sodium chloride	Malthouse (1910)
Sodium hydroxide	Glynne (1926)
Soot	Malthouse (1910)
Sulphuric compounds	Malthouse (1910), Gimingham and Spinks (1919), Roach et al. (1925), Crowther et al. (1927), Roach and Glynne (1928)
Thiabendazole	Hampson (1977), Gunacti and Erkilic (2013)
Triforine, thiophanate methyl, cypendazole, cyclafuramid, carbathiin and benomyl	Hampson (1977)
Tebuconazole, Pomarsol Forte, Imazalil, Fludioxonil, Metalaxyl, and Azoxystrobin	Gunacti and Erkilic (2013)
Urea	Efremenko and Yakovleva (1981), Potoc̣ek (1991)

Hastalıkla bulaşık topraklarda sporangia yaşı düzensiz sonuçların alınmasına neden olurken, sporangiumların dormansi özelliğinin enfeksiyon yeteneği üzerine etkili olabileceği, sporangianın topraktaki dağılımının enfeksiyonların artmasında önem taşıdığı bildirilmiştir. Yapılan kimyasal mücadele çalışmalarında kontrol bitkilerinde hastalık oranı düşük bulunmuş ve bunun sebebinin toprak kökenli antagonistlerin fungusitler tarafından engellenmesi sonucu hastalığın antagonistler tarafından baskılanamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür (Hampson 1977). Bu da hastalığın biyolojik mücadelesinin önemini vurgulamaktadır.

Su buharı kullanımı bu hastalığın mücadelesinde yeni bir yöntem olmuş ve Amerika Birleşik Devletleri'nde hastalığın mücadelesinde kullanılmıştır. Tarla denemelerinde büyük buhar panelleri kullanılmış fakat sistemin düzensiz topografik yapıdan dolayı etkisi yüksek olmamış ve kullanımdan kalkmıştır (Hampson 1988).

Hastalığın yayılması bulaşık alanlardan toprağın taşınmasında rolü olan ayakkabılar, traktör tekerlekleri ve toprak işleme aletlerinin dezenfeksiyonu ile etkili bir şekilde kontrol altına alınmaktadır. Formaldehit bu amaçla kullanılan bir dezenfektandır. Ancak toksik etkileri nedeniyle alternatiflerinin araştırılması gerekmektedir. Seralarda yer dezenfeksiyonu için kullanılan %10 Hycolin, %1 Antec Farm Fluit S, %5 Formaldehit çözeltisine batırılan siğil dokuları hassas patatesler üzerine nakledilmiş ve hastalık oranında azalma olduğu tespit edilmiştir (Reed ve Dickens 1993).

Kimyasal uygulamalar hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olmuştur ancak bu uygulamaların enfeksiyonu tamamen engelleyemediği belirlenmiştir. Kimyasal uygulamaların etkinlikleri ile yapılan çalışmalarda düzenli bir etkiye rastlanmamıştır. Bu durum kimyasalların bu hastalıkla mücadelede net bir başarı sağlamadığını ortaya koymuştur (Hampson 1988).

Roach vd. (1925) biyolojik mücadele amacıyla *Thiobacillus thiooxydans*'ı patates siğıline karşı kullanmışlardır. İlk denemelerde tüm konsantrasyonlarda etkili bulunmasına rağmen tekrarlanan denemelerde etki düşük bulunmuştur.

Serada bulaşık toprağa 20-80 g/kg oranında kitin uygulanmış, çalışma sonucunda hastalık oranı %100 oranında azalmıştır. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda kilogram toprağa uygulanan 40 g öğütülmüş yengeç kabuğu hastalığı tamamen engellenmiş ve bitkilerin veriminin yüksek olduğu görülmüştür. Sera şartlarında ve iklim odalarında tekrarlanan denemelerde enfekteli toprağa sürekli yapılan uygulamalar sonucu sıfır veya düşük düzeyde siğil hastalığı oluşmuş ve gal oluşumu hemen hemen tamamen baskılanmıştır. Tarla denemelerinde yengeç kabuğu uygulamasının etkinliğinde yengeç kabuğunun uygulama şekli ve yengeç kabuğu unu formunun etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı dozda uygulanan (20 g/kg) iki farklı yengeç kabuğu tozu uygulanan parsellerde enfeksiyon oranı farklı olmuştur. Her iki uygulamada kitin oranları yaklaşık miktarlarda olmasına karşın, bu unlarda Fe, Mn ve Cu oranlarında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu elementleri daha yüksek oranda bulunduran yengeç kabuğu unu daha etkili olmuştur. Öğütülmüş yengeç kabuğu uygulaması hastalık oranı ve şiddetini azalttığından biyolojik kontrol amaçlı kullanılabileceği bildirilmiştir (Hampson ve Coombes 1991).

Biosurfaktant özellikli bakterilerin zoosporlu fungusların kontrolünde etkili yeni bir antagonistik mekanizma olduğu, özellikle Oomyceteslerin zoosporlarının biyolojik mücadelesinde rhamnolipid üreten antagonistik *Pseudomonas* spp.'nin kullanılabileceği bildirilmektedir (Stanghellini ve Miller 1997).

Avrupa Birliği'nin 69/464/ECC sayılı konsey direktifi patates siğil hastalığı ile mücadele etmek ve yayılmasının engellenmesi için üye ülkeler tarafından alınacak olan minimum yaptırımları bildirmektedir ve halen uygulanmaktadır. Bu direktif ile hastalığın mücadelesinin ana yöntemi bulaşık araziler ve bu araziler etrafındaki temiz tarlalardan oluşan güvenlik bölgelerinin sınırlarının çizilmesi ve hastalıklı patates materyalinin imhasıdır. Ülkeler, patates siğıline neden olan *S. endobioticum*'un bildirilmesi halinde, bulaşık parseli sınırlandırmak ve civarındaki alanları korumak üzere yeterli genişlikte bir güvenlik kuşağı oluşturmak zorundadırlar. İçinde bulunan bitkilerden en az birinde Patates siğil hastalığı belirtileri tespit edilen parsel bulaşık parsel olarak kabul edilir. Bulaşık parselden gelen patates yumru, kök ve yapraklarının, zararlı organizma yok edilecek şekilde işlemiden geçirilmesi gerekmektedir. Yetkililer

hastalığın bulunduğu yerlerde bulaşık parselde patates yetiştirilmemesini, üretim materyali yetiştirilmemesini veya depolanma gibi amaçlar için kullanılmamasını sağlamalıdır. Bulaşık tarlada tespit edilen *S. endobioticum* patotiplerine karşı dayanıklı olan patateslerin güvenlik kuşağında yetiştirilmesi sağlanmalıdır ve çeşitlerin direnç gösterdiği patotipler yıllık çalışmalarla belirtilmelidir. Patates siğili ile mücadele ve hastalığın yayılmasını engellemek için daha sıkı hükümler ülke içi uygulamalarda yapılabilir. Bu çalışmalar, üye ülkeler tarafından kabul edilen yöntemlerle yapılmalıdır. Bu yöntemlerin pratikte uygulaması EPPO standartları ile bildirilmiştir (Anonymous 1969).

2.5 Türkiye’de Siğil Hastalığı ile İlişkili Yapılan Çalışmalar

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hastalıkla ilgili yasal yaptırımlar çerçevesinde *Synchytrium endobioticum* 69/464 sayılı AB direktifi ve tebliğ doğrultusunda karantina önlemleri uygulanmış ve “Patates Siğil Hastalığı Uygulama ve Teknik Talimatı” hazırlanmıştır (Anonim 2008). Hastalığın takibi, sınırlandırılması ve kontrolü amacıyla yıllık sürveyler yapılmış bu sürveylere ilişkin metotlar yayınlanmıştır (Anonim 2012). Patates siğil hastalığından dolayı meydana gelen maddi kayıplar nedeniyle bölge çiftçilerine ekim yasağı getirilen alanlarda tavsiye edilen alternatif uygulamaların desteklenmesi amacıyla her yıl ürüne göre belirlenen dekar başına belirlenen miktarda parasal destek yapılmıştır (Anonim 2014).

Patates siğil hastalığı çalışmaları TAGEM tarafından Türkiye çapında yürütülen “Ülkemiz Patates Ekiliş Alanlarında Patates Siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival] Hastalığının Sürveyi” projesi kapsamında, Türkiye’deki durumunun ortaya konulması amacıyla 8 Araştırma Enstitüsünün bölgesel liderliğinde ve İl Tarım Müdürlüklerinin katılımıyla araştırmalar yapılmıştır. 2002-2006 yılını kapsayan sürede sürvey çalışmaları Türkiye çapında patates üretim alanlarının tamamında yürütülmüştür. Hastalığın uluslar arası deklarasyonundan önce ülkemizdeki varlığı bulaşık alanların tarla bazında yerlerinin tespiti, alanları ve sayısının belirlenmesi sağlanmıştır. Türkiye patates ekiliş alanları çalışma boyunca dört kez, Orta Anadolu Bölgesi ise beş kez

hastalık açısından taranmıştır. Bu çalışmalar esnasında çoğunluğu Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü olmak üzere 10.000'den fazla toprak analizi yapılmıştır. Tarla bazında tespit edilen alanların hastalık haritaları oluşturulmuştur (Çakır vd. 2008a).

Hastalığa karşı patates çeşitlerinin reaksiyonlarını belirleme çalışmaları 2004-2005 yıllarında yapılmıştır. Türkiye'de yetiştirilmekte olan Russet Burbank, Hermes, Desire, Panda, Lady Rosetta, Soleia, Justine, Alaska, Elodie, Van Gogh, Felsina, Adora, Mondial, Latona, Agria, Lady Claire, Marfona, Satina, Cosmos, Granola, Sante, Banba, Slaney, Orla, Provento, Konsul, Anna, Kanka, Hopaley, Agata, 92 F 100.3, Chiepe, Colorado, Canelle, Doline, 92 F 310.10, Donald, Tomensa, Dorado, Charlotte, Ranger Russet, Farmer, Green Vale 51, Horizon, White Lady, Valor, Cabaret, Pomeroy, Marabel, Buchan, Miragro, Sebastian, Serafina, Harmony, Barnadette, Cycloon ticari patates çeşitleri ve yöresel Aybastı Beyazı ve Aybastı sarısı çeşitleri laboratuvar ve tarla şartlarında testlenerek reaksiyonları belirlenmiştir. Provento, Van Gogh ve Latona çeşitleri tolerant, diğer çeşitler ise hassas olarak değerlendirilmiştir. Mahalli çeşitlerden Aybastı Sarısı Karadeniz bölgesinde hastalığa dayanıklı bulunmuştur. Hastalığın bu çeşitlerde verime ve pazar değerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda hastalıklı alanda en yüksek pazarlanabilir verimin Provento çeşidinde, en düşük verimin ise Lady Rosetta çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Çakır vd. 2006).

Patates siğil hastalığı etmeni *S. endobioticum*'un patotiplerinin belirlendiği ve 2005-2008 yıllarında yürütülen çalışmalarda Karadeniz bölgesinde patotip 1, Orta Anadolu bölgesinde patotip 6/18 ve Avrupa patotiplerine uymayan ve Nev 38 olarak kodlanan yeni bir patotip tespit edilmiştir (Çakır vd. 2009).

Nevşehir ili Kaymaklı kasabasında 2007 yılında Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü ve Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından topraktaki sporangiumlara karşı solarizasyon ve Metham Sodium uygulamasına yönelik araştırmalar yapılmıştır. Topraktaki sporangiumlara karşı solarizasyon denemesi sonucunda kontrolde g toprakta 11 olan sporangium sayısı, 100 ml ve 75 ml Metham

Sodium uygulanan parsellerde g toprakta 1 sporangiuma kadar düşürülmüştür (Anonim 2007).

Bazı bitkisel ekstraktların *S. endobioticum*'un kışlık sporangiumlarının canlılığı üzerine etkileri araştırılmış ve şalgam yumrularından elde edilen ekstraktın en yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Tohuma uygulanan Tebuconazole, Thiram, İmazalil, Fludioxonil, Metalaxyl ve Azoxystrobinin hastalığı tamamıyla engellemede yeterli olmadığı belirlenmiştir (Gunacti ve Erkiliç 2013).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmaların ana materyalini Marabel çeşidi patates yumruları ve bulaşık tarlalar, bitki aktivatörlerinin belirlenmesi denemelerinde; *Reynoutria sachalinensis*, Harpin Proteini, 1-Naphtaleneacetic acid+3-Indol butyric acide (NAA+IBA), Acibenzolar-S-methyl, Gamma aminobutyric acid (GABA)+L-Glutamic acid ve *Lactobacillus acidophilus* içerikli aktivatörler, fungusitlerin etkinliğinin belirlenmesi denemelerinde; Propamocarb hydrochloride, Metalaxyl M+Fludioxynil, Hymexazol, Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride, Famoxadone+Cymoxanil, Mandipropamid+Mancozeb, Zoxamide+Mancozeb maddelerini içeren fungusitler oluşturmuştur. Laboratuvar ve tarla koşullarında yapılan çalışmaların tamamında hassas Marabel patates çeşidi kullanılmıştır. Irk belirleme çalışmalarında Eersteling, Tomensa, Saphir, Miriam, Karolin patates çeşitleri ırkların ayrılmasında, yine Marabel patates çeşidi hastalık etmeninin izolatlarının elde edilmesinde ve taze siğil üretiminde kullanılmıştır. İnkübatör, iklim odası, santrifüj, çalkalayıcı, buzdolabı, elekler, mikropipet seti ve çeşitli kimyasal maddeler çalışmada kullanılan diğer materyali oluşturmuştur.

3.2 Yöntem

3.2.1 Rizosfer bakterilerinin etkinliklerinin belirlenmesi

3.2.1.1 Toprak örneklerinin alınması

Toprak örnekleri hastalığın yaygın görüldüğü Nevşehir ilinden bulaşık alanlardaki tarlalara yakın ve yeni bulaşıklık tespit edilen patates dikili tarlalardan, patates bitkilerinde aynı kökte bulunan, hastalık belirtisi veren yumruların yanında, belirti göstermeyen yumruların etrafındaki toprak toplanmış, steril kapaklı plastik kutu içerisine alınarak etiketlenmiştir (Şekil 3.1). Hastalığın tespit edilmediği Konya, Bolu,

Afyonkarahisar, Amasya, Tokat, Aksaray illeri patates ekiliş alanlarından yine sağlıklı yumruların etrafındaki topraklardan aynı yöntem ile örnekler alınmıştır.



Şekil 3.1.a. Aynı kökte bulunan ve hastalık belirtisi veren yumruların yanında belirtili göstermeyen yumrunun etrafındaki toprak örneklerinin alınması, b. toprak örnekleri

Bulaşık tarlalardan ve hastalığın tespit edilmediği patates tarlalarından toplam 670 adet toprak numunesi toplanmıştır. Toprak örneklerinin alındığı il, yer ve alınan toprak örneği sayısı çizelge 3.1-3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde toprak örneği alınan yerler ve alınan örnek sayıları

Alındığı yer	Toprak örneği (adet)
Eski Gölcük yolu	8
Til yolu/Seyit Erdem kuyusunun yanı	6
Çekmiyolu mevkii	15
Niğde yolu mevkii	10
Karlan mevkii	14
Til yolu/Dilaver Karakaya kuyusunun yanı	16
Til yolu asfalt yanı	17
Yapağı yolu mevkii	73
Yalnızzağaç mevkii	28
Başmahalle	18
Til yolu	20
Eski Gölcül yolu	20
Nevşehir yolu	14
Ethem bağı yolu	13
Kum yolu	16
Dikilitaş yolu	26
Dikilitaş yolu altı	18
Til yolu girişi	15
Söğdele yolu	14
Asma mevkii	16
Asma yolu kavakların yanı	21
Asma yolu Kaymaklı sınırı	27
Kepenaltı-Orhanlı yolu	16
Til tepesi altı	18
Suvermez-Kuyulutatlar	2
Suvermez Çakıllı asfaltı	12
Eski Suvermez yolu	3
Aksaray asfaltı girişi	8
Zile yolu	22
Zile yolu devamı	15
Til asfaltından ayrılan Orhanlı yolu	6
Kızılviran yayla yolu	11
Kaymaklı köyiçi	2
Kaymaklı Çakıllı yolu	14

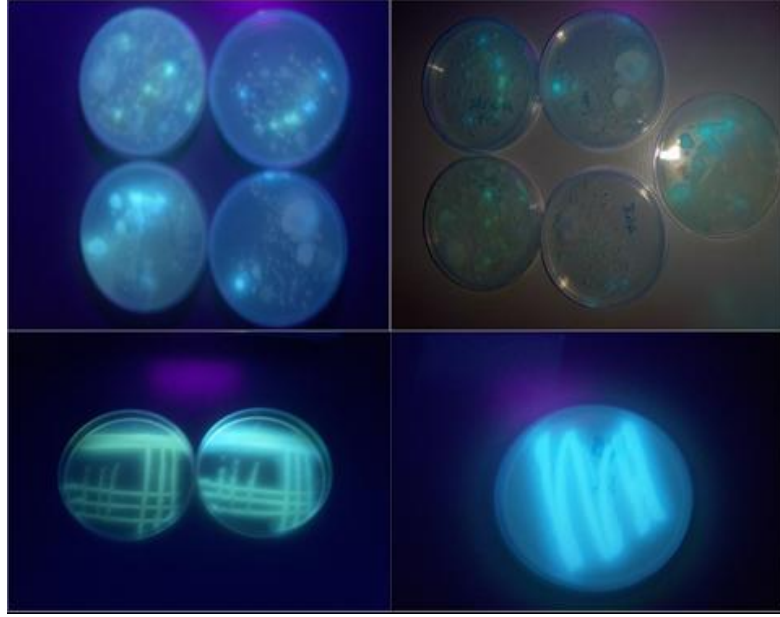
Çizelge 3.2 Konya, Bolu, Tokat, Amasya, Afyonkarahisar ve Aksaray illerinde patates tarlalarından alınan toprak örneklerinin alındıkları yerler ve örnek sayıları

İller	Alındığı yer	Toprak örneği (adet)
Konya	Ereğli Yukarı Gündelen ve Kızılöz mevkii	32
	Merkez Demirciler At Meydanı	2
	Yeniçağ göl mevkii	2
	Yeniçetveren Çukur mevkii	2
	Köprücüler	6
	Örencik	2
	Boyalık mevkii	2
Bolu	Çığırtkanlar	2
	Kovaniçi	3
	Merkez	2
	Okçular	2
	Sultanbey köyiçi	2
	Paşaköy	1
	Yazıören	2
Tokat	İstasyon mahallesi	7
Amasya	Merkez	1
	Kadılar/Bozluca	12
	Sandıklı/Gökçealan	4
	Sandıklı/Çakır mah.	1
Afyon	Dinar	1
	Sandıklı/Bektaş	1
	Sandıklı/Kusura	4
	Güzelyurt	6
	Yukarıboğaz	4
Aksaray	Başaran	4
	Sarıağıl	4
	Babakonağı	6

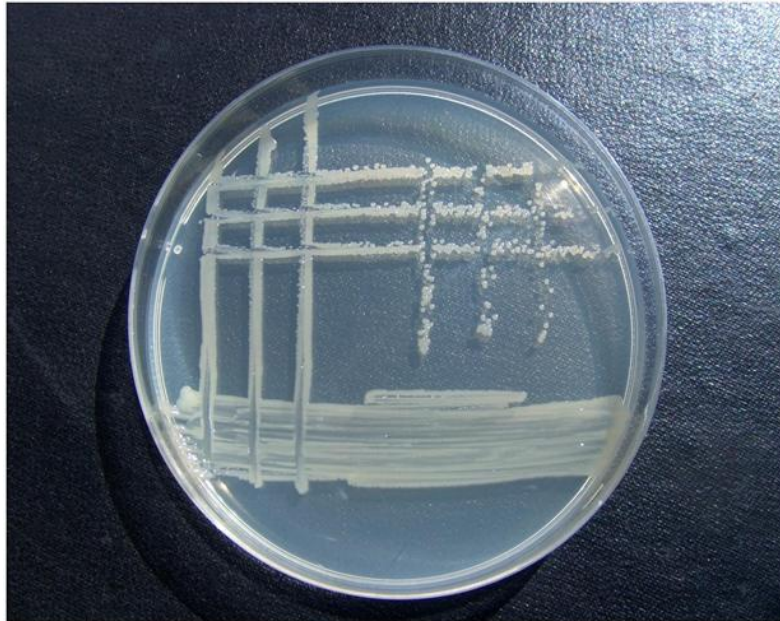
3.2.1.2 Toprakta *Pseudomonas* ve *Bacillus* izolasyonu

Floresan *Pseudomonas* izolatlarının izolasyonu için 10 g toprak tartılarak 250-300 ml hacimde steril erlene konulmuştur. Bunun üzerine 90 ml steril su eklenip, 30 dakika çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Erlendeki süspansiyondan steril pipetle 1 ml alınarak, içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplere konulmuş ve iyice karıştırılmıştır. Bu tüpten tekrar 1 ml alınıp, içinde yine 9 ml steril su bulunan tüpe aktarılmış ve tekrar iyice karıştırılmıştır. Bu seyreltme işlemi 5-6 kez tekrarlanmıştır. Son 3 seyreltmeden 100 µl

alınıp King B ortamına (King vd. 1954) konulmuş ve steril cam bagetle yayılmıştır. İnkübatörde 27°C’de inkube edilen petriler karanlıkta ultraviyole ışık (366 nm) altında incelenmiştir. Floresan parlama gösteren bakteriler ayrılmış (Şekil 3.2), Nutrient agar (NA) üzerine çizimleri yapılarak tek gelişen kolonilerden steril öze ile alınarak NA ortamına aktarılacak suretiyle saflaştırma gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2 King B agarda floresan parlama gösteren *Pseudomonas* izolatları



Şekil 3.3 NA ortamına *Pseudomonas* aşılanarak yapılan saflaştırma çalışması

Bacillus izolatlarının izolasyonunda floresan *Pseudomonas* izolasyonunda kullanılan metotla toprak ekstrakte edilmiş, 1/10 oranında seyretildikten sonra 5 ml toprak ekstraktı 15 ml'lik cam tüplere konulmuş ve kaynamakta olan su içerisinde (Şekil 3.4) 10 dakika bekletildikten sonra 0.2 ml olacak şekilde NA ortamına yayılmıştır. Kültürler 28°C'de 2 gün inkube edilmiş ve gelişen kolonilerden alınarak tekrar NA ortamına steril öze yardımı ile çizilmiştir. Aynı sıcaklıkta bir gün inkube edildikten sonra gelişen tek koloniler NA ortamına alınarak saflaştırma işlemi yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4 *Bacillus* izolasyonunda tüplerin kaynamakta olan su içerisinde bekletilmesi



Şekil 3.5 *Bacillus* izolatlarının NA ortamına çizilerek saflaştırılması

3.2.1.2.1 Bakteri izolatlarının muhafazası

Nutrient agar ortamında gelişen saf koloniler ertesi gün öze yardımı ile alınarak cryo tüpler içinde 1 ml %15'lik steril gliserol içine süspanse edilmiştir. Tüpler 1 gün 4°C'de bekletildikten sonra biosurfaktant ve kitinolitik ayırımları yapılmak üzere -80°C'de depolanmıştır (Şekil 3.6) (Schaad vd. 2001).



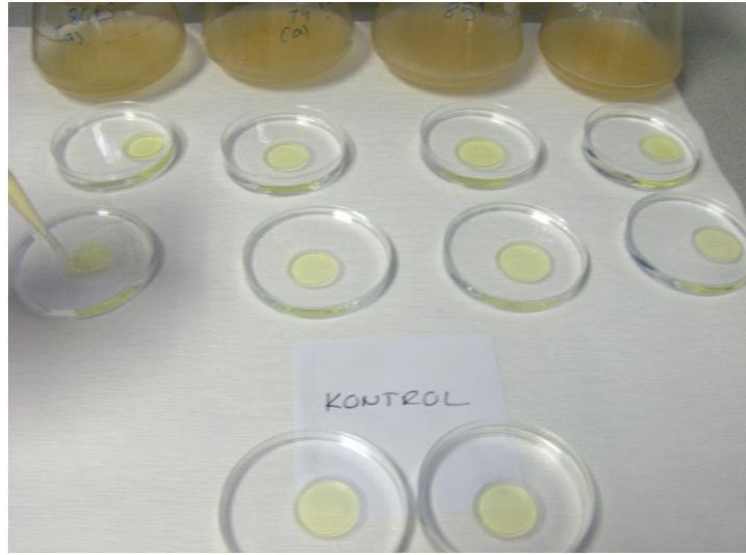
Şekil 3.6 Bakteri izolatlarının -80°C'de cryo tüplerde saklanması

3.2.1.3 Biosurfaktant ve kitinolitik özellik gösteren bakterilerin belirlenmesi

Ayırımları yapılmak üzere -80°C'de saklanan *Pseudomonas* ve *Bacillus* izolatları NA ortamına çizilerek 24 saat 28°C'de inkubasyondan sonra saf koloniler geliştirilmiştir. Biosurfaktant bakterilerin belirlenmesi için gelişen bakteriler ZMB ortamına (Zobell Marine Broth) alınmış ve 180 rpm hızda, 28°C'de çalkalayıcı üzerinde 24 saat geliştirilmiştir (Şekil 3.7). Bir petri kabı içerisine 30 ml steril destile su konulmuş, bu suyun üzerine 20 µl ham petrol yayılmıştır. Daha sonra suyun üzerini kaplayan ham petrol üzerindeki farklı noktalara 10 µl bakteri süspansiyonu ilave edilmiştir (Satbute vd. 2008). Petrideki yağın yüzey gerilimini azaltarak, yüzeyden yağı kenarlara doğru iten bakterilerin biosurfaktant üretimi olduğu kabul edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7 Zobell Marine Broth ortamında biosurfaktant izolatların geliştirilmesi



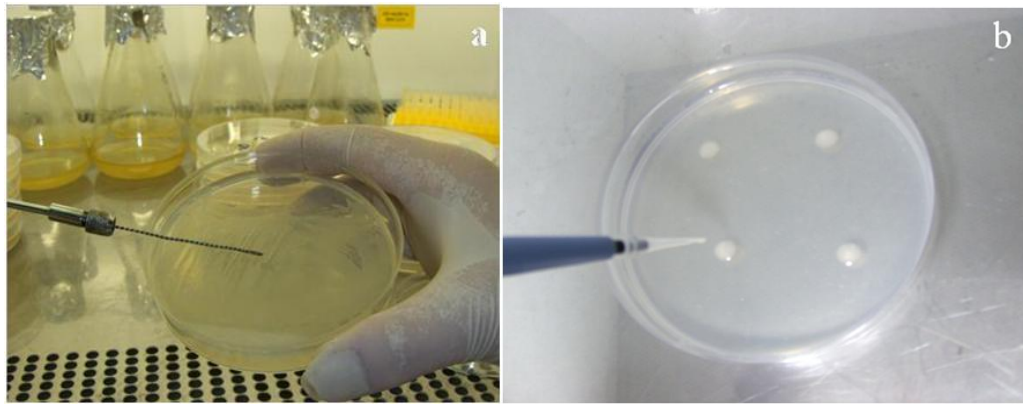
Şekil 3.8 Biosurfaktant aktivite testi görüntüsü

Bakterilerin biosurfaktant aktiviteleri petrideki yağın yüzey gerilimini azaltarak, yüzeyden yağ kenarlara doğru itme hızlarına göre derecelendirilmiştir. Bu sınıflamada 0-5 saniye yüksek biyosurfaktant etki, 5-10 saniye orta derecede biyosurfaktant etki, 10 saniye ve üzeri düşük derecede biyosurfaktant etki, yağın dağılımı görülmemiş ise biosurfaktant etki yok olarak değerlendirilmiştir.

Kitinolitik aktivitenin belirlenmesi çalışması için koloidal kitin hazırlanmıştır. Bu amaçla 5 g kitin (C7170, Sigma–Aldrich Co., USA) 60 ml konsantre HCl (Merck)’e yavaş yavaş ilave edilmiş, gece boyu kuvvetli karıştırıcıda oda sıcaklığında bırakılmıştır. Bu karışıma 200 ml, 0 ila 1°C sıcaklıktaki %95 etanol ilave edilerek, karıştırıcıda gece boyu oda sıcaklığında inkube edilmiştir. Çökelti 4°C’de 20 dakika ve 500 g’de santrifuj edilerek toplanmış ve içinde filtre kağıdı olan (80 g/m) huniye aktarılmıştır. Steril destile su ile koloidal kitin nötr hale gelinceye kadar yıkanmıştır. Filtre kağıdında kalan kitin alınarak, tartılmış ve karanlıkta 4°C’de depolanmıştır (Souza vd. 2009).

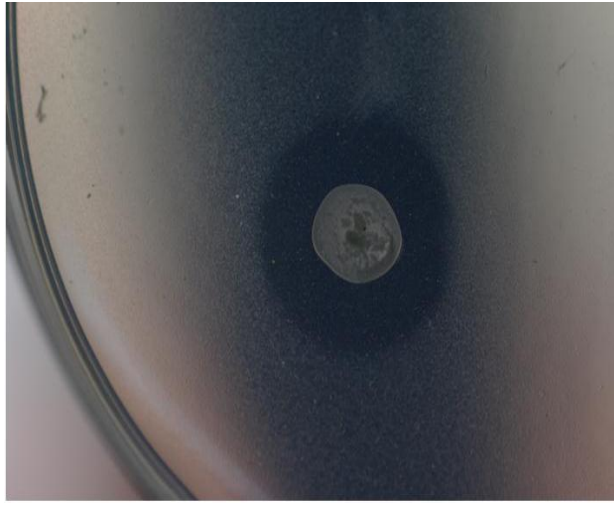
Minimal ortam (MM) (g/l: (NH₄)₂SO₄, 1.0; KH₂PO₄, 0.2; K₂HPO₄, 1.6; MgSO₄·7H₂O, 0.2; NaCl, 0.1; FeSO₄·7H₂O, 0.01; CaCl₂·2H₂O, 0.02.) hazırlanarak, %1.5 (w/v) Bacto Agar (Difco) ilave edilmiş ve daha önce hazırlanmış olan %1,2’lik koloidal kitinle tamamlanmıştır. En son pH 7.0±0.5 ayarlanarak ve 121°C’de 15 dakika süreyle otoklavda sterilize edilmiştir (Souza vd. 2009).

Nutrient agar ortamına çizilen *Pseudomonas* ve *Bacillus* izolatları 24 saat, 28°C’de inkube edilerek geliştirilmiştir. Petri üzerine 1 ml steril su ilave edilmiş, bir öze yardımı ile elde edilen saf koloniler kazınarak suya karışması sağlanmıştır. Buradan alınan 10 µl bakteri süspansiyonu minimal ortam üzerine karşılıklı olarak 4 adet damlatılmış, 24±2°C’de 5 gün inkube edilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9.a. Bakterilerin kazınarak su ile süspanse edilmesi, b. süspansiyonun minimal ortam üzerine karşılıklı olarak damlatılması

Minimal agar üzerindeki gelişen bakteri kolonilerinin etrafındaki içerdiği kitin dolayısıyla bulanık olan agarın berraklaşması veya şeffaflaşmasını sağlayan bakteri izolatlarının kitinolitik etkiye sahip olduğu kabul edilmiştir. Kitinolitik etkinin derecelendirilmesinde ise minimal agar üzerindeki bakteri kolonilerinin 5 gün inkubasyondan sonra bulanık olan agarın berraklaşması/şeffaflaşmasını sağlayan bakteri izolatları kitinolitik etkide bulunanlar olarak kabul edilirken, berraklaşan alanın çapı ölçülmüş, çapın 10 mm ve üzeri olduğu etkinin çok güçlü, 7-10 mm arasında orta, 6 mm'ye kadar belirlenenler ise zayıf kitinolitik etki olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Minimal agar üzerinde bulanık olan agarın berraklaşmasını sağlayan kitinolitik bakteri izolatı

3.2.1.4 Biosurfaktant ve kitinolitik bakterilerin etkinliklerinin iklim odası koşullarında belirlenmesi

İklim odası koşullarında yapılan etkinlik çalışmalarında öncelikle kitinolitik, biosurfaktant ve aynı zamanda hem kitinolitik hemde biosurfaktant aktivite açısından yüksek etki gösteren *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatlarından her birinden 2'şer adet olmak üzere biosurfaktant *Bacillus* 110 ve 109 no.lu izolatlar, *Pseudomonas* 84 ve 106 no.lu izolatlar, kitinolitik *Bacillus* 122 ve 40 no.lu izolatlar, *Pseudomonas* 129 ve 346 no.lu izolatlar, hem biosurfaktant hem de kitinolitik *Bacillus* 355(a), 355(b) no.lu ve *Pseudomonas* 346(a), 346(b) no.lu izolatlarından oluşan 12 adet bakteri izolatı ile etkinlik çalışmaları yürütülmüştür (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Kitinolitik, biosurfaktant ve kitinolitik+biosurfaktant aktivite olarak yüksek etki gösteren *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatları

Biosurfaktant izolat numaraları				Kitinolitik izolat numaraları				Kitinolitik+ biosurfaktant izolat numaraları			
<i>Bacillus</i>		<i>Pseudomonas</i>		<i>Bacillus</i>		<i>Pseudomonas</i>		<i>Bacillus</i>		<i>Pseudomonas</i>	
110	109	84	106	122	40	129	346	355(a)	355(b)	346(a)	346(b)

Daha fazla bakterinin denenmesi amacıyla yapılan ek çalışmalarda ise kitinolitik, biosurfaktant ve kitinolitik+biosurfaktant özellik gösteren *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatları zayıf, orta ve güçlü olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Her bir özellik için iki bakteri olmak üzere çizelge 3.4’de verilen 18 adet bakteri izolatı laboratuvarında etkinlikleri açısından tekrar denemeye alınmıştır. Bu çalışmada da yukarıda verilen metot uygulanmıştır.

Çizelge 3.4 Biosurfaktant, kitinolitik ve biosurfaktant+kitinolitik özelliklerine göre yüksek, orta ve zayıf etkili *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatları

Etki tipi	Yüksek	Orta	Zayıf
Biosurfaktant	55(d) <i>Pseudomonas</i> 56(d) <i>Pseudomonas</i>	139(a) <i>Pseudomonas</i> 110(a) <i>Pseudomonas</i>	74(f) <i>Pseudomonas</i> 121 <i>Pseudomonas</i> (b)
Kitinolitik	340(b) <i>Pseudomonas</i> 9(a) <i>Bacillus</i>	79 <i>Bacillus</i> 191 (b) <i>Bacillus</i>	180(b) <i>Bacillus</i> 197(b) <i>Bacillus</i>
Kitinolitik +Biosurfaktant	142(b) <i>Pseudomonas</i> 90(a) <i>Pseudomonas</i>	157 (b) <i>Bacillus</i> 65(d) <i>Pseudomonas</i>	254 (a) <i>Pseudomonas</i> 261 (b) <i>Pseudomonas</i>

Bacillus ve *Pseudomonas* izolatlarından her biri NA ortamına çizilmiş ve 28°C’de 24 saat inkubasyondan sonra yeni gelişen kolonilerden alınan bakteri izolatları 10’ar adet NA içeren petri kutuları üzerine çizilerek çoğaltılmıştır. Her bir bakteri için McFarland skalasına göre 1×10^8 cfu/ml destile su olacak yoğunlukta hazırlanmıştır. Biosurfaktant bakteri süspansiyonları yumrulara 30 dakika daldırma şeklinde uygulanmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11.a. NA üzerine çizilerek çoğaltılmış bakteri izolatları, b. biosurfaktant bakterilerden hazırlanan süspansiyona yumruların daldırması

Uygulama yapıldıktan sonra viyol içerisine konulan yumruların üzeri 87 sporangium/g toprak yoğunluğunda *S. endobioticum* ile bulaşık toprakla kapatılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12.a. Biosurfaktant bakterilerin inokule edildiği yumruların viyol içerisine yerleştirilmesi, b. *Synchytrium endobioticum* ile bulaşık toprakla yumruların örtülmesi

Kitinolitik bakteriler ile yürütülen denemelerde 3 kg (spor yoğunluğu 87 sporangium/g toprak) toprağa 1 l bakteri süspansiyonu uygulanmış ve uygulamadan 15 gün sonra viyole yerleştirilen tohumluk yumruların üzeri bu toprakla kapatılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Kitinolitik aktivite gösteren bakteri süspansiyonu uygulanmış bulaşık topraklar

Hem kitinolitik hem de biosurfaktant özellik gösteren bakteriler hem yumruya ve hem de toprağa uygulanmıştır. Uygulamalar yukarıda verildiği şekilde yapılmıştır. Kitinolitik bakteriler bulaşık toprağa dikimden 15 gün önce 3 kg toprağa 1 l, dikim esnasında da 1×10^8 cfu/ml biosurfaktant bakteri süspansiyonuna 30 dakika yumrulara daldırma şeklinde uygulanmıştır. Kontrolde bulaşık toprak ile örtülen yumrulara sadece su uygulaması yapılmıştır. Tüm denemeler 6 tekerrürlü, her tekerrürde 8 yumru olmak üzere toplam 48 adet hassas Marabel çeşidi yumru kullanılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Kitinolitik+biosurfaktant etkinlik belirleme denemesi

Bu şekilde muamele edilen yumrular iklim odası koşullarında 6 hafta süresince %85 nemde, 16-18°C’de inkubasyona bırakılmıştır (Şekil 3.15). Bu sürenin sonunda yumrular sökülmüş, fazla toprak fırçalanarak uzaklaştırılmış ve yumru üzerindeki gözler ve sürgünler incelenmiştir. Değerlendirme hasta/sağlam şeklinde yapılmıştır. Üzerinde siğil gözlenen yumrular hasta olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.15 İklim odası koşullarında bakterilerin etkinlik denemesi görüntüleri (a, b)

3.2.1.5 Bakteri Tanısı

Tarla denemelerinde etkinliği araştırılan bakteri izolatlarının tanısı Microbial Identification System (MIS) kullanılarak yapılmış (MIDI Inc., ABD), doğrulama amacı ile BIOLOG (Biolog Inc. ABD) veya API (BioMerieux, Fransa) test kitleri kullanılmıştır. Bakteri NA besiyerleri kullanılarak kültüre alınmıştır. Kültür ortamında gelişen bakterilerden yağ asiti metil esterlerin izolasyonu ve saflaştırması yapılmıştır. MIS kullanılarak her bir örnek için yağ asit profilleri saptanmış ve bu profillere göre bakterinin tanısı yapılmıştır (Paisley 1995). Bu çalışma Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyogenetik Mühendisliği bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.2.1.6 Bakterilerin tarla şartlarında patates siğil hastalığı şiddetine etkilerinin belirlenmesi

S. endobioticum'a karşı iklim odasında etkinliği yüksek bulunan bakteri izolatının tarla koşullarında etkilerinin belirlenmesi amacıyla Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde iki ayrı tarlada, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde tarla denemesi kurulmuştur. Bu amaçla 100 l suya 1×10^8 cfu/ml konsantrasyonda 1 l bakteri (335 (b)) süspansiyonu hazırlanmış, dikimden 15 gün önce her biri beş yumrudan oluşan iki sıra halinde yumruların dikileceği ocaktaki toprağa uygulanmıştır. Daha sonra yumrular dikim esnasında aynı bakterinin süspansiyonuna daldırılarak 15 dakika bekletilmiştir. Yeşil aksam çıktıktan sonra da 15 gün ara ile aynı miktarda süspansiyon toprağa 4 kez daha uygulanmıştır. Kontrole sadece su uygulanmıştır. Hasada kadar diğer bakım işleri aksatılmadan yapılmıştır. Hasatta yumrular hasta/sağlam şeklinde sayılarak değerlendirme yapılmıştır.

3.2.2 Bitki Aktivatörlerinin ve Fungisitlerin Patates Siğil Hastalığına Karşı Etkinliklerinin Belirlenmesi

3.2.2.1 Tarla denemeleri için toprak örneklerinin alınması

Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde hastalıklı olduğu daha önceden bilinen tarlalardan sporangium yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alınacak tarla 8 m aralıkla şeritlere bölünmüş ve bütün şeritler (8x8 m) dolaşarak 8 adımda bir 50 g alt örnek alınarak bir kova içinde toplanmıştır. 90 alt örnek tamamlanınca bir numune kabul edilmiştir (Anonymous 2012). Tarlanın kalan kısmından da aynı şekilde örnekleme yapılarak toprak numunesi alınmıştır (Şekil 3.16).

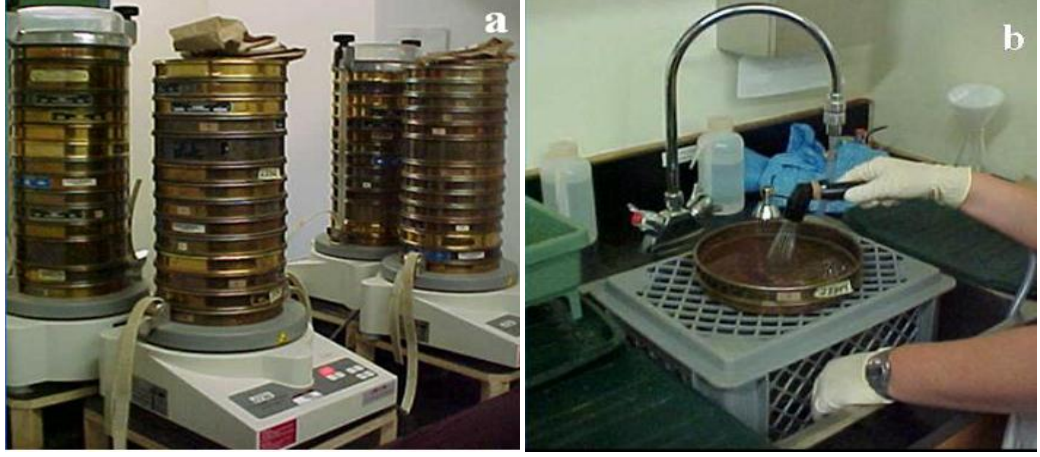


Şekil 3.16 Sporangium yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla alınan toprak örnekleri

Bu çalışma sonucu 9 tarlaya ait toprak örneği alınarak etiketlenmiş ve analizi yapılmak üzere laboratuvara götürülmüştür.

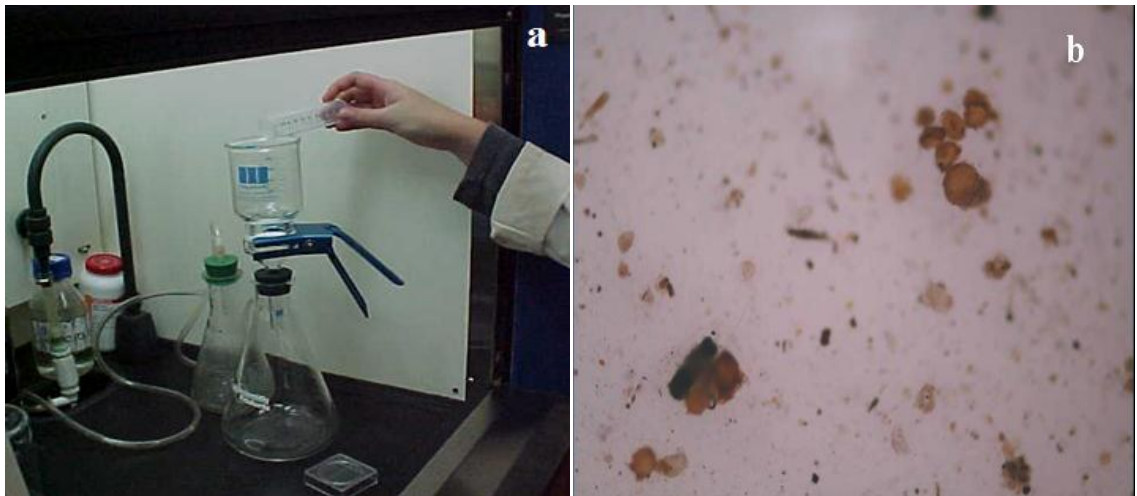
3.2.2.2 Tarla topraklarının inokulum yoğunluğunun tespiti ve deneme alanlarının belirlenmesi

Hastalık etmeninin sporangium yoğunluğunu ve dağılışı toprak analizi ile belirlenmiştir. Topraktaki sporangium miktarının belirlenmesi için toprak örneği iyice karıştırıldıktan sonra numuneden alınan 1000 g toprak örneği bu miktarı alabilecek boyutlardaki küçük mukavva kutuya alınmış ve kesekli kısımları parçalayabilmek için toprak nemli iken elle parçalama işlemi yapılarak tekdüze olması sağlanmıştır. Kurutma oda sıcaklığında yaklaşık 2 günde sağlanmıştır. Kuruyan toprak numunesinden gerekli görüldüğünde tekrar sert parçalar için elle ezme yapılmış ve tekrar karıştırılarak steril bir kaşık yardımıyla 250 g toprak tartılmıştır. Bu miktar içerisine iyi eleme yapabilmek amacıyla metal masket eklenerek üst üste konulmuş, sırasıyla 38 mikron, 75 mikron, 106 mikron, 150 mikron, 250 mikron, 600 mikron eleklerle 10 dakika boyunca elenmiştir. Eleme sonucunda 6 nolu eleğin üzerinde biriken toprak alınarak çeşme suyu altında yıkanmış, kalan materyal filtre kağıdında süzdürüldükten sonra 60°C’de fırınlanarak kurutulmuştur (Şekil 3.17).



Şekil 3.17.a. İnokulum yoğunluğu belirlenecek toprağın elenmesi, b. çeşme suyu altında yıkanması

Kuruyan toprak materyali bu miktarı alabilecek kese kağıdı içerisine konulmuş ve bu işlemlerin her aşamasında örnek kayıt numarası takip edilmiştir. Bu numuneden 1 g toprak tartılmış, bu miktar 30 ml kloroformla (Merck) 1200 rpm’de santrifuj edilmiştir. Üstte kalan sıvı kısım filtre membrandan süzölmüş, membran kuruduktan sonra içerisine 6–8 damla %20’lik etanol (Merck) damlatılan petri kutusuna alınmıştır. Filtre üzerinde kalan materyal stero mikroskopla 10x büyütmede incelenmiş ve spor varlığı araştırılmıştır (Hampson ve Thompson 1977). Çalışmalarda gram toprakta sporangium yoğunluğu en fazla olan farklı lokasyonlardaki iki tarla deneme tarlası olarak seçilmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18.a. Kloroformun membrandan süzölmesi, b. membran üzerindeki sporangiumun sayılması

3.2.3 Bazı bitki aktivatörlerinin siğil hastalığına etkinliklerinin belirlenmesi

2011 yılında yapılan çalışmalarda Nevşehir ili Derinkuyu ilçesinde farklı tarlalardan alınan toprak örneklerine yapılan analizler ile gramında 65 sporangium ile yoğun bulaşık olduğu tespit edilen tarlada ön denemelerin yürütülmesine karar verilmiştir. Bu tarlada *Reynoutria sachalinensis* 200 g/kg (Regalia), %3 Harpin Proteini (Messenger), %0,52 1-Naphtalene acetic acid+%0,51 3-Indol butyric acid (NAA+IBA, Mass Plant), Acibenzolar-S-methyl 500g/kg (Actigard), %29,2 Gamma aminobutyric acid (GABA)+%29,2 L-Glutamic acid (Auxigro) ve *Lactobacillus acidophilus* 893,80 g/l (Cropset) içerikli aktivatörler denemede kullanılmıştır.

2011 yılında yürütülen denemelerde kullanılan aktivatör dozları patlıcangillere tavsiye edilen miktar dikkate alınarak belirlenmiş ve ticari adları, içerik/etkili madde, doz ve üretici firmaları çizelge 3.5’de verilmiştir. Dikim öncesi hastalığa karşı hassas olduğu bilinen Marabel patates çeşidi yumruları çizelge 3.5’de verilen dozlarda hazırlanmış aktivatör çözeltisinde patates yumrularına tamamen infiltre olması için bu süspansiyonda 20 dakika bekletilmiştir (Şekil 3.19). Deneme deseni, tesadüf blokları deneme desenine göre her parselde 30 bitki içerecek şekilde, parsel 4,5 m² büyüklüğünde ve üç tekerrürlü olarak dizayn edilmiştir. Yumrular tarlaya sıra arası 70 cm, sıra üzeri 30 cm olacak şekilde dikilmiş ve parseller arasında 1 m boşluk bırakılmıştır. Dikim elle yapılmıştır. Çıkıştan sonra 15 gün ara ile dört kez yeşil aksam uygulaması yapılmıştır.

2011 yılı deneme sonuçlarının değerlendirilmesi hasat esnasında yapılmıştır. Tüm yumrular sökülüş, hastalıklı ve sağlıklı yumrular ayrılmış ve ayrı ayrı tartılarak kaydedilmiştir. Bu ayırimda siğil oluşumu gösteren yumrular hastalıklı, hiçbir belirti vermeyen yumrular sağlıklı olarak değerlendirilmiş, hastalıklı yumru ağırlıklarının toplam yumru ağırlığına oranı (%) hesaplanmıştır.

Çizelge 3.5 Denemelerde kullanılan aktivatörlerin ticari adları, içerik/etkili madde, önerilen uygulama dozları ve üretici firmaları

Ticari ismi	İçerik/Etkili Madde	Doz (10 l suya)	Üretici Firma
Cropset	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (893,80 g/l), Bitki ekstraktı (147,15 g/l), Manganez sülfat (27,25 g/l), Demir sülfat (16,35 g/l), Bakır sülfat (5,45 g/l)	9 ml	Ares Organik Tarım
Messenger	Harpin protein %3	3 g	AMC-TR
Mass Plant WP	%0,52 1-Naphtaleneacetic Acid (NAA)+%0,51 3-Indole Butyric Acid (IBA)	5 g	Ertar Kimya
Actigard 50 WG	500 g/kg acibenzolar – S – methyl: 1,2,3-benzothiadiazole - 7-carbothioic – acid- S-methyl ester	0.56 g	Syngenta
Regalia (Vertisol)	<i>Reynoutria sachalinensis</i> (200 g/kg)	50 ml	Boyut Dış Ticaret Ltd.
Auxigro WP	%29.2 oranında gamma aminobutyric asit (GABA) ve %29.2 oranında L-Glutamic asit	3 g	Boyut Dış Ticaret Ltd.

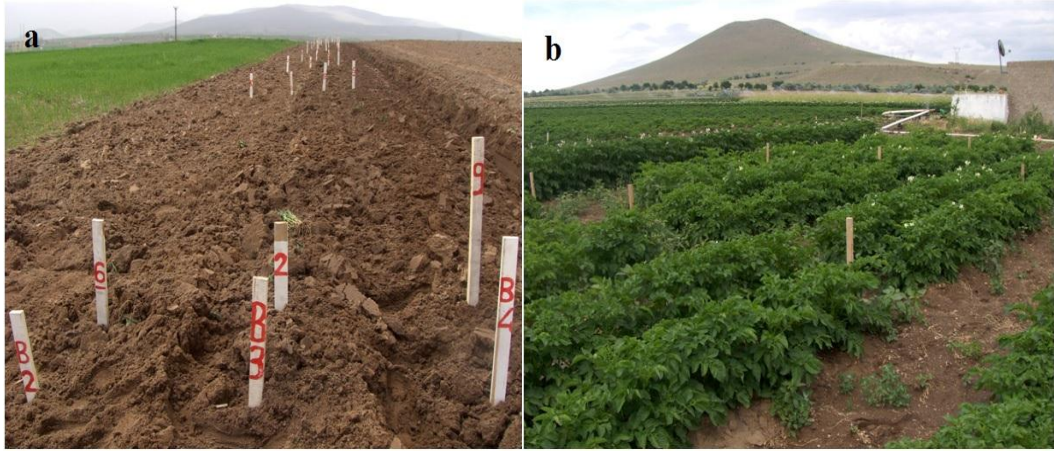


Şekil 3.19.a. Yumruların hazırlanması, b. yumruların aktivatör solüsyonuna daldırılmaları

2012 yılında, 2011 yılında denenen ve diğerlerine göre daha etkili bulunan aktivatörlerden Actigard, Regalia ve Cropset ile yukarıdaki toprak analiz metoduna

uygun olarak inokulum yoğunluğu belirlenen, yoğunluğu yüksek (93 sporangium/g toprak) ve düşük (5 sporangium/g toprak) iki ayrı tarlada çalışmalar yapılmıştır.

Yumrular dikim öncesi izelge 3.5’de verilen dozlarda hazırlanan aktivatör çözeltisi içerisinde 20 dk bekletilmiş, daha sonra tarlada 30 cm aralıklarla açılan ocaklara dikilmiştir. Her bir parsele her sırada 15 adet yumru olmak üzere iki sıra halinde toplam 30 yumru dikilmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak dizayn edilmiştir. Parseller arasında 1 m boşluk bırakılmıştır (şekil 3.20). Aktivatörlerin yeşil aksam uygulamaları patates bitkilerinin çıkışından 15 gün sonra yapılmış ve 15 gün ara ile akşam saatlerinde olmak üzere dört kez tekrarlanmıştır (şekil 3.21).

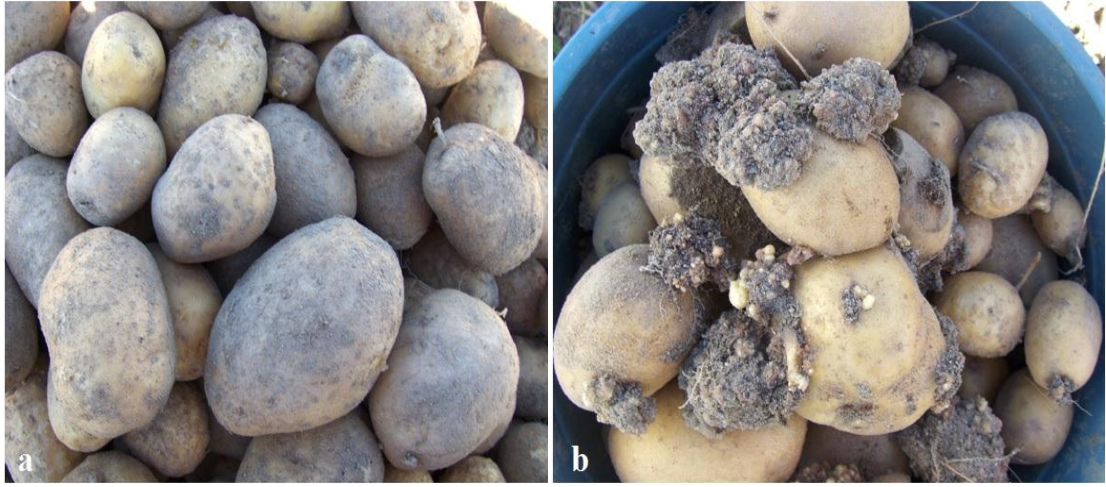


şekil 3.20.a. Deneme dizaynı, b. parsellerdeki otuz bitkinin yeşil aksam görüntüsü



şekil 3.21 Siğil hastalığına karşı aktivatörlerin yeşil aksam uygulaması

2012 yılında yürütülen denemelerin değerlendirilmesi hasat esnasında, hasta/sağlam şeklinde gerçekleştirilmiştir. Üzerinde siğil oluşan yumrular hasta ve siğil tespit edilmeyen yumrular ise sağlam olarak değerlendirilerek sayımlar yapılmış ve hastalıklı yumru oranları belirlenmiştir (Şekil 3.22). Abbott formülü kullanılarak aktivatörlerin hastalık oranına yüzde etkileri hesaplanmıştır (Karman 1971). Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi MSTAT C programı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.22.a. Siğil tespit edilmeyen yumrular, b. siğil oluşan hasta yumrular

3.2.4 Fungisitlerin *Synchytrium endobioticum* enfeksiyonuna karşı etkilerinin belirlenmesi

3.2.4.1 Fungisitlerin laboratuvarında *in vivo* testlerle etkinliklerinin belirlenmesi

Spieckermann metoduna (Spieckermann ve Kothoff 1924) göre taze siğillerden kompost hazırlanmıştır. Bir tarladan elde edilen siğiller 1 cm büyüklüğünde kesilmiş, yıkanmış ve 1 kg siğil 3 kg kum ile karıştırılarak 18-25°C’de inkubasyona bırakılmıştır. Karışım her gün çeşme suyu veya saf su ile nemlendirilmiştir. Karışım ilk 2 ayda günlük olarak, son iki ayda ise haftalık karıştırılmıştır (Şekil 3.23). Daha sonra 2 ay süreyle nemlendirme ve karıştırma işlemi yapılmayarak aynı sıcaklıkta kurutulularak toplam 6 ayda kompost yapımı tamamlanmıştır (Spieckermann ve Kothoff 1924).



Şekil 3.23.a. Kompost yapımı, b. uygulamaya hazır kompost

Kompost 4'er kg olarak ayrılmış, test edilecek her fungusitin alt ve üst dozları kompostu ıslatacak miktarda uygulanmıştır. Denemede Propamocarb hydrochloride 722 SC g/l, Metalaxyl M+Fludioxynil 10+25 g/l, Hymexazol 360 g/l, Tolclophos Methyl+Thiram 30+30%, Dimethomorph+Copper oxychloride 6+40WP, Famoxadone+Cymoxanil 22,5+30%, Mandipropamid+Mancozeb 5+60% ve Zoxamide+Mancozeb 8,3+66,7% aktif maddeli fungusitler çizelge 3.6'de verildiği üzere I ve II dozlarında uygulanmıştır. Her bir fungusit bulaşık toprağa uygulandıktan sonra 15 gün inkube edilmiştir. Bu şekilde iki uygulama yapılmış ve her uygulamadan 15 gün sonra patates üzerine komposttan göz başına 1-1,5 g inokule edilmiştir. Hiçbir uygulama yapılmayan bulaşık toprak ise aynı metotla patateslere verilerek kontrol olarak kullanılmıştır.

Çizelge 3.6 Toprakta *Synchytrium endobioticum* sporangiumlarının canlılığına etkilerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar çalışmalarında kullanılan fungusitler, üretici firmaları, ticari isimleri ve dozları

Fungisitler	Firma Adı/Ticari ismi	Doz/l su	
		I. Doz	II.Doiz
Propamocarb hydrochloride 722 SC g/l	Bayer/Previcur'N	3,5 ml	7 ml
Metalaxyl M+Fludioxynil 10+25 g/l	Syngenta/MaximXL 35FS	2,5 ml	5 ml
Hymexazol 360 g/l	Safa Tarım/Tagiant 70 WP	3 ml	6 ml
Tolclophos Methyl+Thiram 30+30%	Sumitomo/Sumiriz-T 60WP	6 g	12 g
Dimethomorph+Copper oxychloride 6+40WP	Basf/ Forum Blu	3 g	6 g
Famoxadone+Cymoxanil 22,5+30%	Du Pont/Equation Pro	0,4 g	0,8 g
Mandipropamid+Mancozeb 5+60%	Syngenta/Pergodo MZ	3,5 g	7 g
Zoxamide+Mancozeb 8,3+66,7%	Hektaş/Electis 75 WG	1,8 g	3,6 g

Her bir uygulama için bir viyol içerisinde 48 adet ceviz büyüklüğünde seçilen Marabel patates çeşidi üzerine inokulasyon yapılmış, patatesler 18°C ve %85 nemde 2,5 ay boyunca düzenli olarak nemlendirilerek inkubasyona bırakılmıştır. Ancak yapılan denemelerde kontrolde ve fungusit uygulanan kompostlarda hastalık çıkışı olmamıştır. Kontrol yumrularında hiçbir enfeksiyon görülmemesi kompostta sporangiumların canlılık yeteneklerini kaybaldığı kanısını uyandırmıştır. Tekrar kompost hazırlamak için 6 ay gibi bir süreye ihtiyaç duyulması nedeniyle yoğun bulaşık tarla topraklarından örnekler alınmış, spor yoğunluğu belirlendikten sonra yapılan ön denemelerle patates sürgünlerinde enfeksiyonu başarıyla gerçekleştirdiği ve siğil oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma sonucunda denemelerde aşağıda açıklanan metotla direk bulaşık tarla toprağı ile çalışmalar yürütülmüştür.

S. endobioticum ile yoğun bulaşık olduğu bilinen tarladan alınan toprak laboratuvara getirilmiş, spor yoğunluğu belirlenen toprak örneğı 4'er kg'lık kısımlara ayrılmıştır. Fungisitler çizelge 3.6'de verilen iki farklı dozda olmak üzere toprağı ıslatacak miktarda uygulanmıştır (Şekil 3.24). Bu uygulamadan 15 gün sonra 2 kg toprak alınarak içlerinde Marabel patates çeşidinden 45 adet ceviz büyüklüğündeki yumru bulunan viyollere yumruların üzerini kapatacak şekilde uygulanarak inokulasyon yapılmıştır. Kalan 2 kg

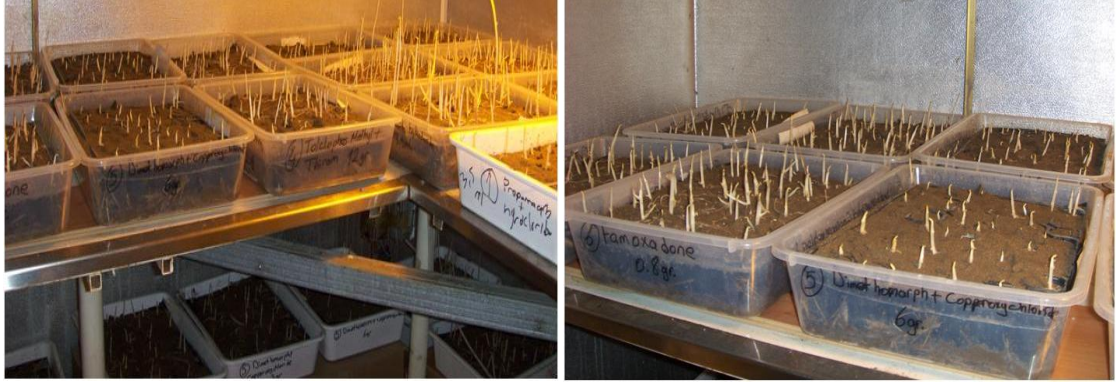
toprağa aynı dozlarda fungusit uygulaması yapılmış ve 15 günlük inkubasyondan sonra bu topraklar da aynı şekilde viyol içerisinde bulunan patateslere verilmiştir (Şekil 3.25). İnokule edilen patatesler 16-18°C ve %85 nemde 2,5 ay boyunca inkubasyona bırakılmıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.24 *Synchytrium endobioticum* ile bulaşık toprağa fungusitlerin alt ve üst dozda kompostu ıslatacak miktarda uygulanması ve inkubasyonu



Şekil 3.25 Fungisit uygulanmış toprağın hassas patates çeşidine inokulasyonu



Şekil 3.26 Fungisit uygulaması yapılan toprağın yumrulara uygulandıktan sonra inkubasyonu

Değerlendirmede yumrular içinde bulunduğu viyollerden sökülerek göz alanlarını kontrol edebilmek amacıyla fırçalanmıştır (Şekil 3.27). Değerlendirme EPPO 2004, PM 7/28 nolu standardında bildirilen hastalık değerlendirme skalası ile yapılmıştır (Anonymous 2004).



Şekil 3.27 Yumruların sökülmesi ve değerlendirmeye hazırlanması

Değerlendirmede kullanılan skala aşağıda verilmiştir.

- 1- Sağlam
- 2- Tek bir tomurcuklanma (< 5 mm)
- 3- İki veya üç tomurcuklanma (< 5 mm) veya daha büyük bir tek tomurcuk (5-10 mm)
- 4- Birkaç küçük siğil (5-10 mm)
- 5- Birkaç orta boy siğil (> 10 mm)

- 6- En az bir tanesi > 10mm olan birkaç büyük siğil ve yumruda deformasyon başlangıcı
- 7- > 10 mm'den büyük çapı olan siğil oluşumu ve yumruda yumru oluşumunun bozulması
- 8- Çok büyük siğiller ancak, yumru halen mevcut
- 9- Çok büyük siğiller, normal yumru görünümü kaybolmuş

Elde edilen skala değerlerine göre hastalık yüzdeleri Tawsend-Heuberger formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Karman 1971). Ayrıca hastalıklı ve sağlıklı bitkiler sayılarak % hastalık oranları ve fungusitlerin ortalama % etkileri belirlenmiştir. Fungisitlerin ortalama % etkileri varyasyon analizine tabi tutulmuş ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Duncan's Multiple Range Test yöntemi kullanılmıştır.

3.2.4.2 Fungisitlerin *Synchytrium endobioticum*'a karşı tarla koşullarında etkilerinin belirlenmesi

En fazla sporangium yoğunluğuna sahip olan farklı lokasyonlardaki iki tarla (Tarla 1 ve Tarla 2) deneme tarlası olarak seçilmiştir. Laboratuvar şartlarında etkili olan fungusitlerin tarla şartlarında denenmesi amacıyla deneme dört tekerrürlü, tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Tarla şartlarında fungusitlerin laboratuvarında kullanılan yüksek dozları kullanılmıştır. Fungisitlerin çizelge 3.7'de verilen yüksek dozları 100 l suyla hazırlanmıştır.

Fungisitler 10 l kapasiteli süzgeçli kova ile toprağa ıslatacak şekilde verilmiştir (Şekil 3.28). Her parselde dikim öncesi 25 l ilaçlı su verilmiştir. İlaçlı suyun toprağı iyice ıslatması sağlanmıştır. Kontrol parsellerinde sadece su uygulaması yapılmıştır. Deneme boyunca toprağın hareket ettirilmemesine ve taşınmamasına dikkat edilmiştir.

İlaçlamadan 15 gün sonra her parselde 10 yumru, her sırada 5 yumru olmak üzere iki sıra halinde dikilmiştir. Denemelerde hassas Marabel çeşidi kullanılmıştır. İlaçlamalar

akşam saatlerinde yapılmıştır. Dikim öncesi yapılan fungusit uygulamasından sonra ikinci uygulama bitki boyu 25 santimetreye ulaşınca, 3. uygulama bundan 20 gün sonra yapılmıştır (Şekil 3.29). Tarla denemelerinde başka bir fungusit uygulaması yapılmamış ve rutin bakım işlemleri uygulanmıştır.



Şekil 3.28 Süzgeçli kova ile tohum yatağını ilaçlama (solda) ve ilaçlanmış parseller (sağda)



Şekil 3.29 Patates yumrularının iki sıra halinde dikilmesi (solda) ve ilaçlama görüntüsü (sağda)

3.3.4.3 Tarla denemelerinin değerlendirilmesi

Tarla denemeleri hasatta yumruların hasta ve sağlam olarak ayrılması ve sayılması şeklinde değerlendirmiştir. Hasat esnasında yumrulardaki siğil oluşumu kontrol edilmiştir. Yumrulara siğil oluşumu görülürse hastalıklı, böyle bir belirti

görülmediğinde sağlıklı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler varyasyon analizi yöntemlerine göre değerlendirilmiştir. Toplam yumru içerisinde hastalıklı yumruların oranı (%) belirlenmiştir. Fungisitler arasında hastalıklı yumru sayısı ortalamalarının arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan's Multiple Range Test yöntemi kullanılmıştır.

3.3.4.4 Fungisitlerin etkili olduğu en düşük dozların belirlenmesi

Daha önce iklim odası ve tarla çalışmalarında *S. endobioticum* enfeksiyonunu tamamen (%100) engellediği belirlenen fungisit hastalığa karşı etkili olduğu en düşük dozunu tespit etmek amacıyla, iklim odasında alt doz denemeleri yapılmıştır. Spor yoğunluğu (65 sporangium/g toprak) belirlenmiş bulaşık toprak 4'er kg olarak ayrılmış, aktif maddenin 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 g/l su alt dozları ve ilaçsız kontrol denemeye alınmıştır. Hazırlanan dozları enfekteli toprağı ıslatacak miktarda uygulanmıştır. İlaçlı bulaşık toprak 15 gün inkube edildikten sonra her birinde 48 adet hassas Marabel patates çeşidi bulunan viyol üzerine serilmiştir (Şekil 3.30-3.31). Hiçbir fungusit uygulaması yapılmayan sadece steril su uygulanan bulaşık toprak ise aynı metotla patateslere verilerek kontrol olarak kullanılmıştır. Bu şekilde uygulama yapılan patates yumruları 18°C ve %85 nemde 2,5 ay boyunca düzenli olarak nemlendirilerek inkubasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda yumruların sökülmesi ile değerlendirme hasta/sağlam şeklinde yapılmıştır. Her tekerrürden çürüyen iki yumru değerlendirme dışı bırakılmış, 10 yumru üzerinden değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 3.30 Alt doz çalışmasında toprağı uygulanan fungusit dozlarının inkubasyon görüntüleri



Şekil 3.31 Patates yumrularına inokulasyon sonrası inkubasyon aşaması

3.2.5 Deneme Yapılan Tarlalardaki *Synchytrium endobioticum* Patotipinin Belirlemesi Çalışmaları

3.2.5.1 Taze siğil izolatlarının elde edilmesi ve çoğaltılması

Nevşehir ili Derinkuyu ilçesindeki tarla denemelerinin yürütüldüğü iki tarladan toprak numunesi alınmıştır. Bulaşık tarla toprağındaki sporangium yoğunluğu daha önce belirtilen toprak analizi yöntemine göre tespit edilmiştir.

Sporangium yoğunluğu belirlenmiş iki tarlaya ait toprak elenerek taş vb. kısımlar atılmıştır. Marabel patates yumruları *Rhizoctonia solani* enfeksiyonunun engellenmesi amacıyla Monceren 2 g/l dozunda solüsyon ile ilaçlanmıştır. Ceviz büyüklüğünde 48 adet Marabel patates yumrusu bulunan viyol üzerine 4 kg enfekteli tarla toprağı kapatılmıştır. Bu şekilde 5 küvet hazırlanmıştır. 4-6 hafta süresince %85 nemde ve 16°C’de inkubasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda gelişen siğiller hasat edilmiştir.

Ayrırcı patates çeşitlerinin hepsine aynı anda inokulasyon yapılacak miktarda taze siğil elde edilebilmesi için Spunta, Tomensa ve Nicola patates çeşitlerine inokulasyon yapılmıştır. Bu çalışma Glynne-Lemmerzahl (Glynne 1925, Lemmerzahl 1930) ve

Polonya metodu (Przetakiewicz ve Kopera 2007) ile yürütülmüştür. Glynne-Lemmerzahl metoduna göre taze siğillerden bozulmamış (karamamış yada çürümemiş) olanları ayrılmış (Şekil 3.32), çeşme suyu ile yıkanıp suları süzildükten (Şekil 3.33) sonra küçük parçalara kesilmiştir.



Şekil 3.32 Spunta, Tomensa ve Nicola patates çeşitlerinden elde edilen taze siğillerin tekrar kullanılmak üzere küçük parçalara ayrılması



Şekil 3.33 Siğillerin çeşme suyu ile yıkanması ve suyun süzülmesi

1-2 mm uzunluğundaki gözlere sahip yumruların göz alanları 3x3 cm boyutlarında kesilmiş ve bu miktardaki patatesi alabilecek bir ızgara üzerine yerleştirmiştir. Spunta, Tomensa ve Nicola patates çeşidi yumrularında *Rhizoctonia solani*'nin gelişiminin engellenmesi amacıyla 2 g/l dozunda hazırlanan Monceren (Pencycuron) içine daldırma şeklinde ilaçlanmıştır (Şekil 3.34).



Şekil 3.34 Kesilmiş patates göz alanlarının fungusit içine daldırılması

Yumruların göz kısımlarının etrafı halka şeklinde ılık vazelin ile çevrilmiştir (Şekil 3.35).



Şekil 3.35 Göz alanlarının ılık vazelin ile çevrilmesi

Bu halka içerisine 1-2 damla su damlatılmıştır, daha sonra göz alanları üzerine 10-15 g ağırlığında taze siğiller ile inokulasyon yapılmıştır (Şekil 3.36).



Şekil 3.36 Patates yumrularına taze siğil inokulasyonu ve su ilavesi

İnkubasyon için patateslerin üzeri bir kapak ile kapatılarak 12°C’de 48 saat karanlıkta inkubasyona bırakılmıştır (Şekil 3.37).



Şekil 3.37 Yumruların inkubasyona bırakılması

İnokulasyon süresi sonunda taze siğiller geri alınmış, yumruların üzerleri nemli steril torf ile kapatılmıştır (Şekil 3.38).



Şekil 3.38 Yumrulardan vazelinin uzaklaştırılması ve nemli kompost ile örtülmesi

Küvetler 4-6 hafta 16°C’de karanlıkta gelişmeye bırakılmıştır (Şekil 3.39)



Şekil 3.39 İnokule edilen gözlerin siğil gelişimi için inkubasyona bırakılması

Altı hafta sonra Spunta, Tomensa ve Nicola patates çeşitlerinden taze siğiller hasat edilmiştir (Şekil 3.40). En fazla siğil oluşumunun Tomensa çeşidinde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.40 Taze siğillerin yumrulardan kesilmesi ve toplanması

Hasat edilen taze siğil miktarı denemede kullanılacak patotip ayırıcı patates seti için yeterli olmadığından sadece daha fazla siğil oluşumu gözlenen Tomensa patates çeşidi kullanılarak tekrar çoğaltma işlemi yapılmıştır. Daha fazla inokulum ihtiyacı duyulduğundan aynı zamanda Polonya metodu ve Glynne-Lemmerzalı metodu birlikte takip edilmiştir. Polonya metodunda her biri 10 yumrudan oluşan Tomensa, Spunta ve Nicola yumrularının etrafı vazelin ile çevrilmiştir (Şekil 3.41) (Przetakiewicz ve Kopera 2007).



Şekil 3.41 Polonya metoduna göre yumru göz alanlarının vazelin ile çevrilmesi

İki tarlaya ait siğil materyali Glynne- Lemmerzalh metodunda olduğu gibi patateslere inokule edilmiştir (Şekil 3.42).



Şekil 3.42 Polonya metoduna göre patates çeşitlerine yapılan inokulasyon çalışması

Göz alanları tamamıyla su ile doldurulmuştur. Üzerlerine her tarlaya ait siğil materyali inokule edildikten sonra 2 gün karanlıkta 10-12 °C’de bekletilmiştir. Daha sonra siğiller uzaklaştırılmış, yumrular 3 ml/l su dozundaki Bakır oksiklorit (Miedzian) ile ilaçlanmış, üzeri kapak ile kapatılarak 12/22°C’de 2-3 hafta inkubasyona bırakılmışlardır (Şekil 3.43). Bu süre sonunda elde edilen siğiller hasat edilmiştir.



Şekil 3.43 Yumrulardan vazelinin uzaklaştırılması, ilaçlanması ve inkubasyona bırakılması

Denemelerin yürütüldüğü Tarla 1 ve Tarla 2’ye ait taze siğil materyalinin Glynne- Lemmerzahl(GL) ve Polonya metoduna göre çoğaltma çalışmalarında kullanılan metot, çeşit, yumru sayıları ve hasatta elde edilen siğil miktarları çizelge 3.7-3.8’de verilmiştir.

Bu çalışmalar agresif, kaliteli ve aynı anda elde edilmiş siğil materyali ile tüm ayırıcı patates çeşitlerine inokulasyon için yeterli inokulum elde edilebilmesi için on kez tekrarlanmıştır.

Çizelge 3.7 Tarla 1 izolatının inokulum çoğaltma çalışmaları ve hasat edilen siğil miktarları

İnokulasyon numarası	Metot	Çeşit	Göz sayısı (adet)	Hasat edilen siğil miktarı(adet)
1	Polonya/GL	Tomensa Spunta Nicola	12	3
2	GL	Tomensa Spunta Nicola	12	3
3	GL	Tomensa Spunta Nicola	12	5
4	GL	Tomensa	12	6
5	Polonya/GL	Tomensa	12/9	16
6	Polonya/GL	Tomensa	12/9	30
7	Polonya/GL	Tomensa	9/12	37
8	Polonya/GL	Tomensa	12/12	48
9	Polonya/GL	Tomensa	12/12	55
10	Polonya/GL	Tomensa	12/12	68

Çizelge 3.8 Tarla 2 izolatının inokulum çoğaltma çalışmaları ve elde edilen siğil miktarları

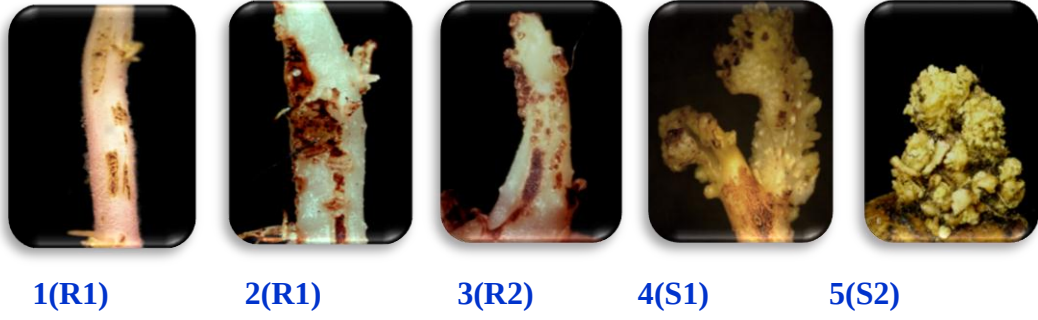
İnokulasyon numarası	Metot	Çeşit	Yumru sayısı	Hasat edilen siğil miktarı(adet)
1	Polonya/GL	Tomensa Spunta Nicola	12	4
2	GL	Tomensa Spunta Nicola	12	9
3	GL	Tomensa Spunta Nicola	12	4
4	GL	Tomensa	12	4
5	Polonya/GL	Tomensa	12	5
6	Polonya/GL	Tomensa	12	8
7	Polonya/GL	Tomensa	12/12	16
8	Polonya/GL	Tomensa	12/12	34
9	Polonya/GL	Tomensa	12/12	43
10	Polonya/GL	Tomensa	12/12	58

3.4.5.2 Ayırıcı set ile patotip belirleme çalışmaları

Denemede kullanılacak taze siğiller kesilerek 10-15 g olarak ayrılmıştır. Tomensa, Eersteling, Producent, Combi, Saphir, Miriam ve Karolin patotip ayırıcı patates seti *Rhizoctonia solani*'nin gelişiminin engellenmesi amacıyla Monceren fungusit ile 2 g/l dozunda ilaçlanmıştır. 1-2 mm uzunluğundaki gözlere sahip yumruların göz alanları 3x3 cm boyutlarında kesilmiştir. Göz kısımlarının etrafı ılık vazelin ile çevrilip halka içerisine bir iki damla su damlatılmıştır (Şekil 3.44). Her çeşit için üç bağımsız test yapılmış ve her test için her çeşitten üç tekerrürlü olacak şekilde bir kutu içerisine yerleştirilmiştir. Halka üzerine taze siğillerden 10-15 g veya daha büyük taze siğil dokusu kesilerek ve vazelinle çevrilmiş alana yerleştirilmiştir. Kutunun üzeri bir kapakla kapatılarak 12°C'de 48 saat karanlıkta inkubasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda taze siğil dokusu yumrular üzerinden uzaklaştırılmış daha sonra yumruların üstü nemli steril torf ile 2 cm kalınlığındaki olacak şekilde örtülmüştür. Yaklaşık 25-30 gün, 16-18°C'de bekletilmiş ve sonuçlar Glynne-Lemmerzahl metot reaksiyon tipi, grup ve sınıflama tanımına göre (Şekil 3.45 ve Çizelge 3.9) stereo mikroskopta 40-80x büyütmede değerlendirilmiştir (Şekil 3.46) (Glynne 1925, Lemmerzahl 1930, Noble ve Glynne 1970).



Şekil 3.44 Avrupa ayırıcı patates çeşit setinin inokulasyona hazırlanması



Şekil 3.45 Glynne-Lemmerzahl metot skalası reaksiyon tipi resimleri

Çizelge 3.9 Glynne-Lemmerzahl metot reaksiyon tipi, grup ve sınıflama tanımı

Reaksiyon tipi	Grup	Sınıflama Tanımı
1	R1	Çok dayanıklı. Erken savunma nekrozları; sorus oluşumu görülmez.
2	R1	Dayanıklı. Geç savunma nekrozları; tek nekrotik sori görülebilir.
3	R2	Zayıf dayanıklı. Çok geç savunma nekrozları; sayıları 5'e kadar nekrotik olamayan sori.
4	S1	Az hassas. Enfeksiyon yayılmış; sorus alanları, sürgünlerde bozulma.
5	S2	Çok zayıf. Yoğun enfeksiyon alanları, çok miktarda olgun sorus ve sori alanları, predominant tümör formasyonları.

R: Dayanıklı, S: Hassas



Şekil 3.46 Ayırıcı çeşitlerin reaksiyon tipi değerlendirilmesi ve sınıflandırılması

Elde edilen sonuçlara göre siğil izolatlarının patotipleri EPPO Standartları PM 7/28 protokolünde yer alan patotip ayırım tablosuna göre belirlenmiştir (Anonymous 2004). Ayırıcı patates çeşitlerinin yaygın *S. endobioticum* patotiplerine karşı reaksiyonları çizelge 3.10 verilmiştir.

Çizelge 3.10 Avrupa patotip ayırıcı patates çeşitleri ve 1, 2, 6, 18 patotip reaksiyonları

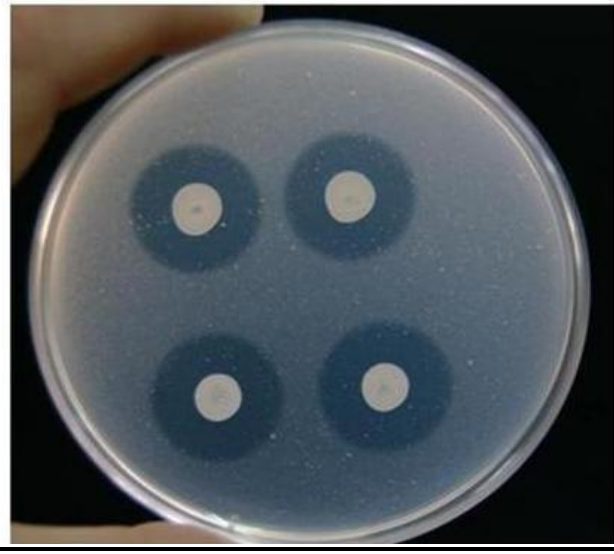
Patates Çeşitleri	P 1	P 2	P 6	P 18
Deodara, Tomensa, Eersteling	S	S	S	S
Combi	R	S	S	S
Saphir	R	S	R	R
Miriam	R	R	R	S
Karolin	R	R	R	R

+: Hassas (S), -: Dayanıklı (D)

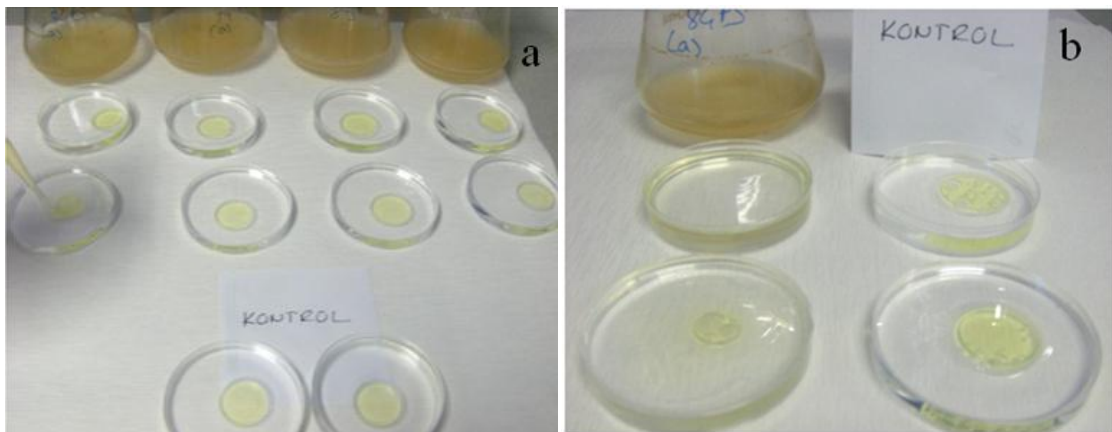
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Rizosfer Bakterilerinin İzolasyonu ve Aktivite Belirleme Çalışmaları

İzole edilen kök bakterilerinden kitin hidrolizi yapan (Şekil 4.1) ve biosurfaktant etki (Şekil 4.2) gösteren bakteriler belirlenmiş ve etkinlik seviyelerine göre sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.1 Güçlü kitinolitik aktivite gösteren bakteri izolatu görüntüsü



Şekil 4.2.a. Biosurfaktant testi görüntüsü, b. petride yağın yüzey gerilimi azaltarak, yüzeyden yağı kenarlara doğru iten biosurfaktant bakteri görüntüsü

Analizi yapılan toprak örneklerinden 867 bakteri izole edilmiştir. Bunların 556 adedi biosurfaktant veya kitinolitik özellik göstermiştir. Belirlenen 160 adet biosurfaktant etkili bakterinin 72 adedi *Bacillus*, 88 adedi ise *Pseudomonas* izolatıdır. Bakterilerin kitinolitik aktivitelerine göre yapılan ayırmada 270 adet *Bacillus* izolatı, 126 adet *Pseudomonas* izolatı olmak üzere toplam kitinolitik bakteri izolatları 396 adet olarak belirlenmiştir. Bu bakterilerden kitinolitik+biyosurfaktant özelliği birlikte gösteren *Bacillus* izolatlarından 65 adet, *Pseudomonas* izolatlarından ise 57 adet olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatlarının aktivitelerine göre sayıları

Aktivite	Bakteri izolatları		
	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	Toplam
Biosurfaktant	72	88	160
Kitinolitik	270	126	396
Kitinolitik+biosurfaktant	65	57	-

Kitinolitik ve biosurfaktant aktivite özelliklerine göre ayırımları yapılan bakterilerden *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatlarının etki seviyelerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.2’de, verilmiştir.

Çizelge 4.2 Kitinolitik ve biosurfaktant *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatlarının aktivitelerine göre derecelendirilmesi

Bakteri	Kitinolitik			Biosurfaktant		
	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
<i>Bacillus</i>	200	36	34	35	31	6
<i>Pseudomonas</i>	87	21	18	42	34	12
Toplam	287	57	52	77	65	18

Kitinolitik etkili *Bacillus* izolatlarından 200 adedi düşük, 36 adedi orta ve 34 adedi ise yüksek etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). *Pseudomonas* izolatlarından 87 adedi düşük, 21 adedi orta ve 18 adedi yüksek kitinolitik etki göstermiştir. Biosurfaktant etki

açısından 35 adet zayıf, 31 adet orta ve 6 adet yüksek etkili *Bacillus* izolatı olduğu, *Pseudomonas* izolatlarında ise 77 adet düşük, 65 adet orta ve 18 adette yüksek etki gözlenmiştir. Kitolitik+biosurfaktant etki açısından 355(a) ve 355(b) nolu izolatlar her iki özelliği de gösteren bakteriler içerisinde en yüksek etkiye sahip bakteriler olarak belirlenmiştir.

4.1.2 Rizosfer bakterilerinin iklim odası koşullarında etkinlik alışmaları

Aktiviteleri yüksek bulunan bakterilerin Patates siğil hastalığına karşı etkinlik çalışmalarında; her birinden 2'şer adet *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatı bakteri olmak üzere biosurfaktant *Bacillus* 110 ve 109 no.lu, *Pseudomonas* 84 ve 106 no.lu, kitinolitik etkili *Bacillus* 122 ve 40 no.lu, *Pseudomonas* 129 ve 346 no.lu izolatlar, biosurfaktant+kitinolitik etkili *Bacillus* 355 (a) ve (b) no.lu ve *Pseudomonas* 346 (a) ve (b) no.lu izolatlar olmak üzere 12 adet bakteri izolatı ile iklim odası koşullarında etkinlik denemeleri yürütülmüş (şekil 4.3) ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (izelge 4.3).



şekil 4.3 İklım odası koşullarında yapılan bakteri etkinlik denemeleri

Çizelge 4.3 İklim odası koşullarında biosurfaktant, kitinolitik ve biosurfaktant+kitinolitik etkili bakterilerin uygulandığı patateslerde görülen enfeksiyon oranları

Tekerrür Tekerrür	Enfeksiyon oranı (%)												Kontrol
	Biyosurfaktant				Kitinolitik				Biyosurfaktant+Kitinolitik				
	<i>Bacillus</i>		<i>Pseudomonas</i>		<i>Bacillus</i>		<i>Pseudomonas</i>		<i>Bacillus</i>		<i>Pseudomonas</i>		
	110	109	84	106	122	40	129	346	355a	355b	346a	346b	
1	100	100	100	100	12,5	12,5	12,5	12,5	0	12,5	25	12,5	100
2	100	100	100	100	25	12,5	12,5	25	0	0	12,5	12,5	100
3	100	100	100	100	12,5	12,5	50	12,5	25	0	37,5	12,5	100
4	100	100	100	100	25	12,5	37,5	12,5	12,5	12,5	50	12,5	100
5	100	100	100	100	37,5	12,5	25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	100
6	100	100	100	100	12,5	25	12,5	25	0	0	12,5	12,5	100
Ortalama % hastalık	100±0a	100±0a	100±0a	100±0a	20.83± 4,17bc	14,58± 2,08cde	25± 6,45b	16,6± 2,64bcd	8,3± 4,17de	6,25± 2,80e	25±6,4 5b	12,5±0 cde	100±0a

Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere kontrolde yumrulara %100 oranında hastalık tespit edilmiştir. Biosurfaktant özellikteki 110 ve 109 izolat nolu *Bacillus* ve 84 ve 106 nolu *Pseudomonas* izolatlarının inokule edildiği 48 yumrunun tamamında hastalık görülmüştür. Bu bakterilerin uygulaması yapılan yumruların tamamında hastalık oranı %100 olmuştur. Kitinolitik özellik gösteren 122 nolu *Bacillus* izolatında ortalama %20,83, 40 nolu izolatla ise %14,58 oranında hastalık belirlenmiştir. Kitinolitik özellikteki *Pseudomonas* izolatlarından 129 nolu izolatla %25 ve 346 nolu izolatla ise %16,6 oranında hastalık oluşmuştur. Hem biosurfaktant hemde kitinolitik etkisi olan *Bacillus* izolatlarından 355 (a) nolu izolatla %8,3, 355(b) nolu izolatla ise %6,25, *Pseudomonas* izolatlarından 346(a) nolu izolatla %25, 346(b) nolu izolatla %12,5 oranında hastalık tespit edilmiştir.

Yapılan istatistik analizine göre sadece biyosurfaktant özellik gösteren *Bacillus* (110 ve 109) ve *Pseudomonas* (84 ve 106) izolatları inokule edilen yumrulardaki hastalık oranı kontrol ile farklılık göstermemiştir. Ancak kitinolitik özellik gösteren 122 nolu *Bacillus*, 129 nolu *Pseudomonas* ve hem kitinolitik hem de biyosurfaktant özellik gösteren 346(a) numaralı izolatlarda hastalık oranı %20 ile %25 arasında olmuş ve kontrole göre önemli azalma görülmüştür. Bu üç izolatdaki hastalık oranı arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Kitinolitik özellik gösteren 40 nolu *Bacillus*, 346 nolu *Pseudomonas* ve hem kitinolitik hem de biyosurfaktant özellik gösteren 346(b) numaralı izolatlarda hastalık oranları %12,5 ile %16,6 arasında olmuştur. Bu üç izolatdaki hastalık oranı arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Hastalık oranı üzerine en yüksek etkiyi hem kitinolitik hem de biyosurfaktant etkiye sahip olan 355(a) ve 355(b) nolu *Bacillus* izolatları göstermiştir. Ancak 346(a), 346(b) ve 40 nolu izolatlar ile bu iki en etkili görülen izolatların hastalık oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Daha fazla sayıda bakterinin araştırılması amacıyla 18 adet kitinolitik, biosurfaktant ve kitinolitik+biyosurfaktant özellik gösteren *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatları zayıf, orta ve yüksek olmak üzere üç gruba ayrılmış ve etkinlik çalışmaları sonunda hasta/sağlam yumru sayıları çizelge 4.4’de, hastalık oranları (%) ise çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Değişik bakteri izolatları ile siğil hastalığına karşı etkinlik çalışmalarındaki *Bacillus* ve *Pseudomonas* izolatlarının hasta ve sağlam yumru sayıları

Bakteri Aktivitesi	Yüksek	Orta	Zayıf
Biosurfaktant	55(d) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 4 bulaşık yumru 2.tek 4 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 11 bulaşık, 13 sağlıklı yumru	139(a) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 4 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 2 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 6 bulaşık, 18 sağlıklı yumru	74(f) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 2 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 3 bulaşık yumru 4.tek 3 bulaşık yumru 9 bulaşık, 15 sağlıklı yumru
	56(d) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 2 bulaşık yumru 2.tek 3 bulaşık yumru 3.tek 0 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 7 bulaşık, 17 sağlıklı yumru	110(a) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 3 bulaşık yumru 2.tek 2 bulaşık yumru 3.tek 5 bulaşık yumru 4.tek 4 bulaşık yumru 14 bulaşık, 11 sağlıklı yumru	121 <i>Pseudomonas</i> (b) 1.tek 2 bulaşık yumru 2.tek 2 bulaşık yumru 3.tek 2 bulaşık yumru 4.tek 1 bulaşık yumru 7 bulaşık, 17 sağlıklı yumru
Kitinolitik	340(b) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 0 bulaşık yumru 2.tek 0 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 1 bulaşık, 23 sağlıklı yumru	79 <i>Bacillus</i> 1.tek 1 bulaşık yumru 2.tek 0 bulaşık yumru 3.tek 0 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru	180(b) B 1.tek 1 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru
	9(a) <i>Bacillus</i> 1.tek 1 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru	191 (b) <i>Bacillus</i> 1.tek 0 bulaşık yumru 2.tek 0 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru	197(b) B 1.tek 1 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru
Kitinolitik +Biosurfaktant	142(b) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 2 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 1 bulaşık yumru 5 bulaşık, 19 sağlıklı yumru	157 (b) <i>Bacillus</i> 1.tek 1 bulaşık yumru 2.tek 0 bulaşık yumru 3.tek 0 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru	254 (a) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 3 bulaşık yumru 2.tek 2 bulaşık yumru 3.tek 3 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 8 bulaşık, 16 sağlıklı yumru
	90(a) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 1 bulaşık yumru 2.tek 0 bulaşık yumru 3.tek 2 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 5 bulaşık, 19 sağlıklı yumru	65(d) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 2 bulaşık yumru 2.tek 1 bulaşık yumru 3.tek 2 bulaşık yumru 4.tek 0 bulaşık yumru 5 bulaşık, 19 sağlıklı yumru	261 (b) <i>Pseudomonas</i> 1.tek 0 bulaşık yumru 2.tek 0 bulaşık yumru 3.tek 1 bulaşık yumru 4.tek 2 bulaşık yumru 3 bulaşık, 21 sağlıklı yumru
Kontrol	1.tek 3 bulaşık yumru 2.tek 4 bulaşık yumru 3.tek 3 bulaşık yumru 4.tek 3 bulaşık yumru 13 bulaşık, 11 sağlıklı yumru		

Çizelge 4.5 Bakteri uygulaması sonucu görülen hastalık oranları (%)

Aktivite derecesi		Yüksek		Orta		Zayıf	
Bakteri izolatu		<i>Pseudomonas</i>		<i>Pseudomonas</i>		<i>Pseudomonas</i>	
Aktivite		55 (d)	56(d)	139(a)	110(a)	74(f)	121(b)
Biosurfaktant	1	66	33,33	66	46,7	33,33	33,33
	2	66	46,7	16,7	33,3	16,7	33,33
	3	16,7	0	33,3	83	46,7	33,33
	4	33,33	33,33	0	66	46,7	16,7
	Ort.	45,50± 12,31 abc*	28,34 ±9,96 cde	29 ±14,08 cd	57,25 ±10,89 a	35,85 ±7,12 abcd	29,17 ±4,16 cd
Kitinolitik		<i>Pseudomonas</i>		<i>Bacillus</i>		<i>Bacillus</i>	
		340(b)	9(a)	79	191(b)	180(b)	197(b)
	1	0	16,7	16,7	0	16,7	16,7
	2	0	16,7	0	0	16,7	16,7
	3	16,7	16,7	0	16,7	16,7	16,7
	4	0	0	33,33	33,33	0	0
	Ort.	4,71 ±4,18 e	12,52 ±4,18 de	12,5 ±7,98 de	12,5 ±7,98 de	12,50 ±7,98 de	12,5 ±7,98 de
Biosurfaktant + Kitinolitik		<i>Pseudomonas</i>		<i>Bac.</i>	<i>Pseu.</i>	<i>Pseudomonas</i>	
		142(b)	90(a)	157 (b)	65(d)	254(a)	261(b)
	1	33,33	16,7	16,7	33,33	46,7	0
	2	16,7	0	0	16,7	33,33	0
	3	16,6	33,33	0	33,33	46,7	16,7
	4	16,7	33,33	33,33	0	0	33,33
	Ort.	20,85 ±4,16 de	20,84 ±7,98 de	12,50 ±7,98 de	20,84 ±7,98 de	31,68 ±11,02 bcd	12,50 ±7,98 de
Kontrol (Sadece uygulaması)	1	50					
	2	66					
	3	50					
	4	50					
	Ort.	54±4ab					

*Aynı harfi alan ortalamalar arasında fark önemsiz bulunmuştur ($P \geq 0,05$).

Yürütülen etkinlik denemelerinde sadece biosurfaktant etkili olan *Pseudomonas* izolatlarından yüksek etkili 55(d), orta etkili 110(a) ve zayıf etkili 74(f) numaralı izolatların hastalıklı yumru oranını kontrole göre azaltmadığı belirlenmiştir. Ancak

56(d), 139(a) ve 121(b) numaralı *Pseudomonas* izolatlarının ise hastalık oranlarını önemli oranda azalttığı görülmektedir.

Kitinolitik etkili bakteri izolatlarının tamamının hastalık yumru oranını önemli derecede azalttığı, hastalık oranının en yüksek %12,52 olduğu belirlenmiştir. Biosurfaktant+kitinolitik etkili bakterilerden sadece 254(a) numaralı *Pseudomonas* izolatının kontrole göre önemli azalma sağlamadığı ancak diğerlerinin hastalıklı yumru oranını önemli derecede azalttığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.5’de görüleceği gibi kitinolitik etkili bakterilerin hastalığın engellenmesinde daha etkili olduğu söylenebilir. Keza sadece kitinolitik etkili *Pseudomonas* ve *Bacillus* izolatlarında en yüksek hastalıklı yumru oranı %12,52 olarak bulunmuştur.

4.1.3 Rizosfer bakterilerinin tarla deneme sonuçları

Her tarafının *S. endobioticum* ile enfekte olduğu bilinen iki farklı tarlada yürütülen çalışmada, daha önce yürütülen iklim odası çalışmaları sonuçlarına göre %6,25 ile en düşük hastalık oranına sahip 355(b) numaralı kitinolitik+biosurfaktant *Bacillus* tarla denemesine alınmıştır. Bu izolatın yapılan teşhis çalışmalarda *Bacillus simplex* olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4,6’da iki farklı tarlada *B. simplex* ile yapılan uygulamalarda elde edilen sonuçlar verilmiştir. Tarla 1’de kontrol parsellerinde ortalama hastalıklı yumru oranının %36,99 olduğu görülmüştür. *B. simplex* uygulanan parsellerde ikinci ve dördüncü parselde Sırasıyla %41 ve %44,45 oranında etki tespit edilmiş ancak birinci ve üçüncü parselde ise %86 ve %11 oranında kontrole göre artış olduğu kaydedilmiştir (Şekil 4.4).

Benzer durum Tarla 2’de de görülmüştür. Tarla 2’de kontrolde hastalıklı yumru oranı %32,51 belirlenmiştir. Bir ve iki nolu parselde etki sırasıyla %34,82 ve %32,26

bulunmuştur. Üç ve dört nolu parsellerde ise hastalık sırasıyla %13,77 ve %17,92 oranında kontrole göre arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Bakteri uygulaması yapılan Tarla 1 ve Tarla 2'deki hastalıklı yumrular

Çizelge 4.6 Bakteri ile yapılan uygulamalarda Tarla 1 ve 2'de hastalıklı, sağlam yumru oranları ve % etki

	Tarla 1					Tarla 2				
	Tek	Sağlam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalık oranı (%)	Etki (%)	Tek	Sağlam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalık oranı (%)	Etki (%)
Bakteri	1	15	50	76,9	-86	1	50	15	23,08	34,82
	2	52	9	14,75	41	2	49	17	25,76	32,26
	3	37	32	46,38	-11	3	70	27	27,84	-13,77
	4	28	8	22,22	44,45	4	57	35	38,04	-17,92
	Ort	33 ±7,78	24,75 ±10,08	40,06 ±14,01	-18,67 ±36,6	Ort	56,5 ±4,84	23,50 ±4,65	28,68±3,28	8,85 ±14,29
Kontrol	1	37	26	41,27	-	1	55	30	35,29	-
	2	45	15	25	-	2	44	27	38,03	-
	3	42	30	41,67	-	3	71	23	24,47	-
	4	33	22	40	-	4	63	30	32,26	-
	Ort	39,25 ±2,66	23,25±3,2	36,99 ±4,01		Ort	58,25 ±5,76	27,50±1,66	32,51 ±2,93	

Her iki tarladan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, *B. simplex* uygulanan parsellerde hastalık oranları arasında varyasyonun yüksek olduğu görülmektedir. Bazı parsellerde hastalığın engellendiği görülürken bazı parsellerde de hastalıkta artış söz

konusu olmuştur. Kontroldeki % hastalık oranları arasında varyasyon bu denli yüksek olmazken *B. simplex* uygulanan parsellerde hastalık oranındaki varyasyon dikkate değer bulunmuştur. Bu da bakterilerin etkinliğinde birçok faktörün rol oynadığını göstermektedir. *S. endobioticum*'un biyolojik mücadelesi konusunda pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Roach vd. (1925) siğil hastalığının mücadelesinde *Thiobacillus thiooxydans*'ın etkinliği konusunda çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılar ilk denemelerde oldukça başarılı sonuçlar almalarına rağmen deneme tekrarında etkinlik bulamamışlardır. *B. simplex* ile yürütülen bu çalışmada da denemenin yürütüldüğü iki tarlada da bazı parsellerde etkinlik bulunurken, diğerlerinde ise etkinlik bulunmamış hatta hastalık oranının kontrolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *B. simplex* ile yapılan diğer çalışmalarda bu bakterinin daha çok bitkilerde bitki gelişimini teşvik edici etkilerinin olduğundan bahsedilmektedir ve bio-gübre olarak kullanılmaktadır (Çamakçı 2013).

Mirzabekian vd. (1961) aktinomisetlerin siğil hastalığına karşı etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarda %25 ile %97 etki bulmuşlar ve üç yıllık uygulama programı ile hastalığın topraktaki bulaşıklığının engellenebileceğini bildirmişlerdir. Biyolojik mücadelede ajanların uygulandığı ortamda tutunabilmesi ve orada kolonize olabilmesi gerekmektedir. Toprağın kimyasal ve fiziksel yapısı ile birlikte topraktaki diğer mikroorganizmalar bunu etkileyebilmektedir. Bunun nedeni ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gereklidir. Uygulama yöntemlerinin optimizasyonu ve diğer mücadele yöntemleri ile entegrasyonu sağlandığında daha başarılı sonuçlar alınabilecektir.

4.2 Bitki Aktivatörlerinin Arazi Koşullarında Patates Siğil Hastalığına Etkinliği

İki yıl üst üste yürütülen denemenin ilk yılı olan 2011 yılı çalışmalarında elde edilen hastalıklı yumru ağırlıklarının oranları çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi kontrolde ortalama %43,97 hastalık tespit edilirken, Massplant, Auxigro ve Messenger uygulanan patates bitkilerinde ortalama hastalıklı yumru oranının %26,27-%37,03 arasında olduğu ve bu oranların kontroldeki hastalıklı yumru oranı ile

istatistiksel olarak önemli bir farka sahip olmadıkları belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Sırasıyla Actigard %9.00, Regalia %10,40 ve Cropset %13,97 hastalıklı yumru oranı ile önemli derecede hastalığı azaltmıştır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.7 *S. endobioticum* ile bulaşıklık oranı yüksek tarlada (65 sporangium /g toprak) 2011 yılında yumruya ve yeşil aksama aktivatör uygulaması yapılmış parsellerde hastalıklı yumru ağırlığının sağlam yumru ağırlığına oranları (%)

Hastalıklı yumru ağırlıklarının toplam yumru ağırlıklarına oranları (%)					
Aktivatörler	Tekerrürler			Ortalama	
	1	2	3		
Cropset	18,8	16	7,1	13.97±3.53	bc*
Actigard	4,2	9	13,8	9.0±2.77	c
Mass Plant	18,2	39,5	53,4	37.03±10.24	ab
Messenger	26,4	28,7	23,7	26.27±1.44	abc
Regalia	7,7	12,1	11,4	10.40±1.37	bc
Auxigro	46,5	35,2	5	28.9±12.39	abc
Kontrol	24,8	57,5	49,6	43.97±9.85	a

*Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

2012 yılında inokulum yoğunluğu yüksek tarlada yürütülen denemelerde bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde toplam yumru sayısı, hastalıklı yumru sayısı, sağlıklı yumru sayısı, hastalıklı yumru oranları ve aktivatörlerinin hastalıklı yumru oranına etkileri çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 *Synchytrium endobioticum* ile bulaşıklık oranı yüksek tarlada 2012 yılında bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde hastalıklı yumru oranı ve aktivatörlerin hastalık üzerine etkileri

Aktivatörler	Tekerrür	Toplam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalıklı yumru oranı (%)	Etki(%)
Cropset	1	102	13	12,74	60,36
	2	77	12	15,58	67,01
	3	96	15	15,62	32,41
	4	52	7	13,46	14,16
		81,75±11,26b	11,75±1,70a	14,35±0,74a	43,48±12,32a
Actigard	1	56	3	5,36	83,32
	2	79	10	12,66	73,19
	3	23	0	0	100,00
	4	28	0	0	100,00
		46,50±13,04a	3,25±2,36a	4,51±3a	89,12±6,61b
Regalia	1	30	3	10	68,89
	2	55	8	14,54	69,21
	3	63	8	12,69	45,09
	4	28	3	10,71	31,70
		44,00±8,82a	5,5±1,44a	11,98±1,02a	53,72±9,26a
Kontrol	1	56	18	32,14	-
	2	72	34	47,22	-
	3	61	14	23,11	-
	4	51	8	15,68	-
		60,00±4,49a	18,50±5,56b	29,54±6,79b	

Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

İnokulum yoğunluğu yüksek tarlada Actigard'ın %89,12 ile en yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiş, bunu %53,72 ile Regalia ve %43,48 ile Cropset izlemiştir. Regalia ve Cropset'in % etkileri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p \leq 0.05$). Kontrol ile karşılaştırıldığında aktivatörlerin tamamının hasta yumru oranını önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. Toplam yumru sayısına Actigard ve Regalia'nın önemli bir etkisi bulunmazken, Cropset ise yumru sayısının önemli miktarda artmasını sağlamıştır (Çizelge 4.8).

2012 yılında inokulum yoğunluğu düşük tarlada yürütülen çalışmalarda bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde toplam yumru sayısı, hastalıklı yumru sayısı,

sağlıklı yumru sayısı, hastalıklı yumru oranları ve aktivatörlerinin hastalık üzerine etkileri çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 *Synchytrium endobioticum* ile bulaşıklık oranı düşük tarlada 2012 yılında bitki aktivatörlerinin uygulandığı parsellerde hastalıklı yumru sayıları ve aktivatörlerin hastalık üzerine etkileri

Aktivatörler	Tekerrür	Toplam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalıklı yumru oranı (%)	Etki(%)
Cropset	1	194	10	5,15	50,81
	2	261	13	4,98	60,24
	3	221	11	4,97	0
	4	238	8	3,36	60,66
		228,50±14,12b	10,5±1,04a	4,61±0,42a	42,93±14,49a
Actigard	1	112	3	2,68	74,40
	2	132	2	1,52	89,69
	3	116	3	2,59	43,20
	4	47	2	4,26	50,12
		101,75 ±18,75a	2,60±0,29a	2,76±0,56a	64,35±10,77a
Regalia	1	83	5	6,02	42,50
	2	213	4	1,88	87,25
	3	249	10	4,02	11,84
	4	225	9	4,00	53,16
		192,50±37,26b	7,00±1,47a	3,98±0,85a	48,69±15,55a
Kontrol	1	172	18	10,47	-
	2	244	36	14,75	-
	3	263	12	4,56	-
	4	164	14	8,54	-
		210,75±25,04b	20,00±5,48b	9,58±2,12b	-

Aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

İnokulum oranı düşük tarlada en etkili aktivatörün %64,35 ile Actigard olduğu, bunu %48,69 ile Regalia ve %42,93 ile Cropset izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Aktivatörlerin % etkileri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p \leq 0.05$). Tüm aktivatörlerin hastalıklı yumru sayısı ve oranı kontrole göre önemli ölçüde geriletmediği, ancak aktivatörler arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Toplam yumru sayısı açısından değerlendirme yapıldığında kontrol parsellerinde ortalama 210,75 olan yumru sayısının Actigard uygulanan parsellerde

101,75'e gerilediği belirlenmiştir. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer aktivatörlerde ise kontrole göre önemli bir azalma görülmemiştir ($p \leq 0.05$).

Bitki aktivatörlerinin kullanım amaçları, savaşımı çok güç patojenlere karşı bitkilerin savunma sistemini uyarmak, fungusit etkinliğini artırmak, bitkilerde diğer mekanizmaların uyarılması ile daha kaliteli ve daha fazla ürün elde etmek ve daha az pestisit ile daha fazla hastalık kontrolünün sağlanması olarak sıralanabilir. Actigard ticari preparatı bitkide dayanıklılığı teşvik ederek birçok fungal ve bakteriyel hastalığa karşı kullanılmaktadır (Raupach ve Kloepper 2000). Bu ürün tütün, domates, ıspanak, marul gibi ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve %50 WG olarak formüle edilen bir bitki aktivatörüdür (Anonim 2011). Özellikle biberde etkili bir kimyasal mücadelesi olmayan ve zoosporlu bir toprak patojeni olan *Phytophthora capsici*'ye karşı Actigard uygulamasının başarılı olduğunu ve hastalık şiddetini azalttığı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Matheron ve Porchas 2002, Baysal vd. 2005, Konukoğlu 2007, Kadioğlu 2013).

Doğu Akdeniz Bölgesinde patlıcan yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli hastalıklardan biri Fusarium solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*'ye karşı Actigard uygulanan bitkilerde hastalığın %93 oranında engellendiği saptanmıştır (Altınok vd. 2002). Konukoğlu (2007), Actigard dayanıklı çeşidin 2-4 yapraklı döneminden başlayarak 15 gün ara ile üç kez biber fidelerine püskürtme yöntemiyle uygulamıştır. Araştırmacı *P. capsici*'nin bitkide oluşturduğu lezyon gelişimi üzerine engelleyici etkisinin %58,6 ila %69,44 arasında değiştiğini bildirmiştir. Matheron ve Porchas (2002) çalışmalarında, sera koşullarında Acibenzolar-S-methyl'in Bell Tower ve AZ9 biber çeşitlerine 4 kez yaprak uygulaması ile *P. capsici*'nin bitkide oluşturduğu lezyon gelişimini %93,2-%87,4 oranında azalttığını belirtmişlerdir. Kone vd. (2009), yaptıkları sera çalışmasında Acibenzolar-S-methyl'in 25-50 µg/ml konsantrasyonlarda uygulanması ile *P. capsici*'nin oluşturduğu hastalık şiddetini her iki konsantrasyonda da azalttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada Actigard 50 WG hastalıklı yumru oranına yüksek inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %89,12, düşük inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %64,35 oranında engelleyici etki göstermiştir.

Konstanyinidou-Doltsinis vd. (2006), domateste *Leveillula taurica*'ya karşı uygulanan *Reynoutria* spp. ekstraktının hastalığı % 42,2-% 64,6 oranında azalttığını yaptıkları sera denemesinde ortaya koymuşlardır. Herger vd. (1988), *Reynoutria* spp.'nin elmada külleme etmeni *Podosphaera leucotricha*'nın hastalık şiddetini azalttığını, domateste mildiyöye (*Phytophthora infestans*) biberlerde *Botrytis cinerea*'ya karşı hastalık şiddetini sırasıyla %70-100 oranında engellediğini bildirmişlerdir. Kadioğlu (2013) sera çalışmalarında *Reynoutria* spp. ekstraktının *P. capsici*'ye karşı bir defa kök daldırması ve iki defa yaprak uygulamasında CM334 biber çeşidinde lezyon uzunluğuna % 34,44 oranında etki gösterdiğini bildirmiştir. Yaptığımız bu çalışmalarda Regalia (*Reynoutria* spp. ekstraktının) yüksek inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %53,72, düşük inokulum yoğunluğuna sahip tarlada %48,69 oranında engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir.

Üstün vd. (2004) domates öz nekrozu hastalığının mücadelesinde bakır ve bitki aktivatörlerinin uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada acibenzolar-S-methyl (Bion)'un %58 ve harpin proteini (Messenger)'ın %20 oranlarında hastalık şiddetini azalttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada ön denemelerde Actigard hastalıklı yumruların oranında önemli bir azalma sağlarken, Messenger'ın bu oranı önemli derecede azaltmadığı görülmüştür (Çizelge 4.7). Her iki çalışmanın sonuçlarından da görülebileceği gibi acibenzolar-S-methyl, harpin proteine oranla daha etkili sonuç vermiştir.

Çetinkaya vd. (2007), bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)'e karşı ISR-2000 [(*Lactobacillus acidophilus* (855,81 g/l), maya ekstraktı (140,97 g/l), bitki ekstraktı (111 g/l), Benzoik asit (2,22 g/l)] kök uygulaması şeklinde uygulamışlardır. ISR-2000'in saksı denemelerinde %24-26, tarla denemelerinde ise %23-34 oranında etkili olduğu saptanmıştır. Günen vd. (2006) armutlarda ateş yanıklığı etmenine (*Erwinia amylovora*) karşı bitki aktivatörleri ile yaptıkları çalışmada Harpin protein (Messenger) ve Cropset çalışmalarına dahil etmişlerdir. Sürgün yanıklığı yüzdeleri birinci ve ikinci yılda; kontrolde %65-67, Messenger uygulanan bitkilerde %35-33 ve Cropset uygulanan bitkilerde %60-58 olarak belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmalarda bir *Lactobacillus acidophilus* preparatı

olan Cropset inokulum oranı yüksek ve düşük tarlalarda yaklaşık %44 oranında etki göstermiştir.

Çalışmada inokulum yoğunluğu yüksek ve düşük her iki tarlada da her üç aktivatörün kontrole göre hastalıklı yumru oranını istatistiki olarak önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. İnokulum oranı düşük tarlada aktivatörler arasında etkinlik oranları arasında önemli bir fark bulunamazken, inokulum yoğunluğu yüksek tarlada ise Acibenzolar-S-methyl'in etkisinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İnokulum yoğunluğu düşük tarlada Acibenzolar-S-methyl'in aktivatörler arasında etkinliği en yüksek olan aktivatör olduğu görülmüş ancak diğer aktivatörlerin etkinlik oranı ile arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Bunun nedeninin kontrolde hastalık oranının düşük olması ve aktivatörlerin uygulandığı parsellerde az da olsa hastalık çıkışı olması ve bu düşük hastalık oranları arasındaki varyasyonların ortaya konması için yeterli olmaması nedenleri ile aktivatörlerin etkinlikleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Ancak inokulum yoğunluğu yüksek olan tarlada ise hastalık oranlarının yüksek olması bu ortalamalar arasındaki farklılıkların ortaya konmasına olanak sağlamıştır.

Sonuç olarak çalışmada 6 farklı bitki aktivatörünün patates siğil hastalığına etkileri araştırılmış, yapılan ön denemede bunlardan seçilen üçü; Actigard, Regalia ve Cropset'in inokulum yoğunluğu yüksek ve düşük olan farklı iki tarlada etkinlikleri incelenmiştir. Çizelge 4.8-4.9'da görüldüğü gibi tüm aktivatörler hastalıklı yumru oranını önemli oranda azaltmıştır. Regalia ve Cropset hastalığa karşı %53,72-%43,48 arasında etki göstermiştir. İnokulum oranı yüksek tarlada Actigard uygulamasının %89,12 etkili olduğu belirlenmiştir. Bu aktivatör inokulum oranı düşük tarlada ise %64,35 oranında etki göstermiştir. Bu etki hastalığın mücadelesinde Acibenzolar-S-methyl'in önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar özellikle dayanıklı çeşit kullanımı ve diğer kültürel önlemlerle birlikte Acibenzolar-S-methyl uygulamasının hastalık oluşumunu büyük oranda engelleyebileceği kanısını uyandırmaktadır. Ancak Acibenzolar-S-methyl'in bitkilerde fitotoksik etkilerinin olduğu bilinmektedir (Parkunan vd. 2011, Cole 1999, Hekimhan ve Boyraz 2013). Keza bu aktivatör uygulamasının inokulum oranı düşük tarlada kontrol parsellerindeki 210,75

olan ortalama yumru sayısını 101,75'a gerilettiği görülmüştür. Bu nedenle Actigard uygulamalarında verime etki çalışmalarının da yapılması gereklidir.

4.3 Fungisitlerin *Synchytrium endobioticum*'a Karşı Laboratuvarda *In vivo* Testlerle Etkinliklerinin Belirlenmesi

Fungisitlerin etkinliğini belirlemek için yapılan denemelerde fungusit uygulanmış topraklar viyol içerisinde bulunan hastalığa karşı hassas Marabel çeşidi (Çakır vd. 2006) patatesler üzerine inokule edilmiş ve 18°C'de, %85 nemde 2,5 ay süresince inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon sırasında çürüyen yumrular denemeden çıkarılarak değerlendirme 40 adet patates yumrusu üzerinden yapılmıştır.

EPPO Standartları PM 7/28 protokolünde yer alan skalaya uygun olarak yapılan çalışma sonuçlarına göre bulaşık toprağa fungusitlerle farklı iki dozda ve her doz için iki uygulama sonucunda fungusitlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Propamocarb hydrochloride uygulamasından elde edilen I. uygulama yumru skala değerleri, % hastalık şiddeti, % hastalık oranı ve %'de etki değerleri çizelge 4.10'de, uygulamanın yapıldığı patates yumrularındaki görüntüsü şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.10 Propamocarb hydrochloride I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları									% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Propamocarb hydrochloride 722 SC g/lt	3,5	5	1	2	1	1	0	0	0	0	15	50	50	55 ±2,89
		5	2	1	1	1	0	0	0	0	13,75	50	50	
		6	1	1	1	1	0	0	0	0	12,5	40	60	
		6	2	1	1	0	0	0	0	0	8,75	40	60	
	7	10	2	0	0	0	0	0	0	0	2,5	20	80	92,5 ±4,79
		10	1	0	0	0	0	0	0	0	1,25	10	90	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	



Şekil 4.5 Propamocarb hydrochlorid I. uygulamasında oluşan siğillerin görüntüsü

Propamocarb hydrochloridin II. uygulamasında yumru skala değerleri, % hastalık şiddeti, % hastalık oranı ve %'de etki değerleri çizelge 4.11'de, ve uygulama yapılmış yumruların görüntüsü de şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.11 Propamocarb hydrochloride II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları									% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Propamocarb hydrochloride 722 SC g/lt	3,5	2	2	1	1	2	1	1	0	0	32,5	80	20	27,5 ±2,5
		3	2	1	1	2	1	0	0	0	25	70	30	
		3	3	1	0	3	0	0	0	0	21,25	70	30	
		3	3	1	1	2	0	0	0	0	20	70	30	
	7	0	2	1	1	2	3	1	0	0	45	100	0	0
		0	1	1	2	2	2	2	0	0	48,75	100	0	
		0	1	1	1	3	2	2	0	0	50	100	0	
		0	0	2	1	2	3	2	0	0	52,5	100	0	



Şekil 4.6 Propamocarb hydrochlorid II. uygulamasında oluşan siğillerin görüntüsü

Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere Propamocarb hydrochloridin ilk uygulamada 3,5 ml/l dozunda %55 oranında etki gösterdiği, 7 ml/l dozunda ise %92,5 etki gösterdiği belirlenmiştir. Aynı fungusitin II uygulamasında ise sırasıyla 3,5 ml/l dozunda %27,5 etki bulunmuş, 7 ml/l dozunda ise hastalık çıkışına etkisinin olmadığı görülmüştür. Propamocarb hydrochloridin ilk uygulamasında 7 ml/l dozunda %92,5 oranında bulunan etkinin ikinci uygulamada ise sıfıra düştüğü belirlenmiştir. Bazı araştırmacıların yaptığı çalışmalarda bazı fungusitlerin etkinliğinde benzer farklılıkların olduğu kaydedilmiştir (Hampson 1988). Bu sonuçlara göre Propamocarb hydrochloridin hastalık etmenini toprakta eradike edemediği kaydedilmiştir.

Metalaxyl M+Fludioxonil uygulamaları sonucunda ilk uygulamada 2,5 ml/l dozunda %72,5 ve 5 ml/l dozunda ise %77,5 etki görülmüştür (Şekil 4.7). Metalaxyl M+Fludioxonil I. uygulaması çizelge 4.12’de verilmiştir. Metalaxyl M+Fludioxonilin II. uygulaması ile 2,5 ml/l dozunda %22,5 ve 5 ml/l dozunda ise %52,5 etki elde edilmiş olup (Çizelge 4.13) gelişen siğillerin görüntüsü şekil 4.8’de verilmiştir. Propamocarb hydrochloridin ikinci uygulamasında görülen etki azalması Metalaxyl M+Fludioxonilin ikinci uygulamasında da görülmüştür (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12 Metalaxyl M+Fludioxonil I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Metalaxyl M+Fludioxonil 10+25 g/l	2,5	7	1	1	1	0	0	0	0	0	7,5	30	70	75 ±2,89	
		7	1	1	1	0	0	0	0	0	7,5	30	70		
		8	1	1	0	0	0	0	0	0	3,75	20	80		
		8	1	1	0	0	0	0	0	0	3,75	20	80		
	5	8	1	0	0	1	0	0	0	0	6,25	20	80	77,5 ±2,5	
		8	0	0	1	1	0	0	0	0	8,75	20	80		
		8	0	0	0	1	1	0	0	0	11,25	20	80		
		7	0	1	0	1	1	0	0	0	13,75	30	70		



Şekil 4.7 Metalaxyl M+Fludioxonil I. uygulamasındaki siğil görüntüleri

Çizelge 4.13 Metalaxyl M+Fludioxonil II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Metalaxyl M+Fludioxynil 10+25 g/l	2,5	1	1	2	1	3	1	1	0	0	38,75	90	10	22,5	
		1	0	2	2	2	2	1	0	0	42,5	90	10		
		1	1	2	1	2	2	1	0	0	40	80	20		
		2	0	2	2	2	2	0	0	0	35	50	50		
	5	5	1	0	1	1	1	1	0	0	23,75	50	50	52,5	
		5	0	1	1	1	2	0	0	0	23,75	50	50		
		5	0	1	1	2	1	0	0	0	22,5	50	50		
		6	0	1	1	1	1	0	0	0	17,5	40	60		



Şekil 4.8 Metalaxyl M+Fludioxonil II. uygulamasındaki siğil görüntüleri

Hymexazol ile yapılan uygulamadan elde edilen I. uygulamada hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri çizelge 4.14’de, II uygulamada hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri çizelge 4.15’de, uygulama viyolları ise şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.14 Hymexazolün I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları								% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Hymexazol 360 g/l	3	5	1	2	1	1	0	0	0	0	15	50	50	72,5 ±8,54
		7	1	1	1	0	0	0	0	0	7.5	30	70	
		8	1	1	0	0	0	0	0	0	3.75	20	80	
		9	0	1	0	0	0	0	0	0	2.5	10	90	
	6	9	0	1	0	0	0	0	0	0	2.5	10	90	95 ±2,89
		9	0	1	0	0	0	0	0	0	2.5	10	90	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	

Çizelge 4.15 Hymexazol II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları									% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Hymexazol 360 g/l	3	5	1	2	2	0	0	0	0	0	13,75	50	50	62,5 ±4,79
		6	1	1	2	0	0	0	0	0	11,25	40	60	
		7	1	1	1	0	0	0	0	0	7,5	30	70	
		7	1	1	1	0	0	0	0	0	7,5	30	70	
	6	8	1	1	0	0	0	0	0	0	3,75	20	80	87,5 ±2,5
		9	1	0	0	0	0	0	0	0	1,25	10	90	
		8	1	0	0	1	0	0	0	0	6,25	10	90	
		9	0	0	1	0	0	0	0	0	3,75	10	90	

Hymexazolün I. uygulamasında 3 ml/l dozunda %72,5, 6 ml/l dozunda ise %95 etki elde edilmiştir. Bu fungusitin II. uygulamasında ise sırasıyla %62,5 ve %87,5 etki görülmüştür (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Hymexazol II. uygulamasındaki görülen sigiller

Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride Famoxadone+Cymoxanil, Mandipropamid+Mancozeb ve Zoxamide+Mancozeb uygulamalarında ise hem I., hem de II. uygulamalarda bütün dozlarında hiçbir enfeksiyon görülmemiş olup 40 yumrunun tamamı sağlam olarak değerlendirilmiş ve 100% etki elde edilmiştir.

Tolclophos Methyl+Thiram I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri çizelge 4.17, II. doz uygulaması sonuçları çizelge 4.17'de, uygulamanın patates yumrularındaki görüntüsü ise şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Tolclophos Methyl+Thiram I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları									% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Tolclophos Methyl+Thiram 30+30%	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

Çizelge 4.17 Tolclophos Methyl+Thiram II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları									% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Tolclophos Methyl+Thiram 30+30%	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0



Şekil 4.10 Tolclophos Methyl+Thiram I. ve II. uygulaması yapılan deneme ve yumru görüntüsü

Dimethomorph+Copperoxychloride yumru uygulamasının görüntüsü şekil 4.11’de, Dimethomorph+Copperoxychloride I. ve II. uygulamasında belirlenen hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri çizelge 4.18 ve çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.18 Dimethomorph+Copperoxychloride I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Dimethomorph +Copperoxychloride 6+40WP	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

Çizelge 4.19 Dimethomorph+Copperoxychloride II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Dimethomorph +Copperoxychloride 6+40WP	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0



Şekil 4.11 Dimethomorph+Copperoxychloride I. ve II. uygulamalarında sağlıklı yumru görüntüleri

Famoxadone+Cymoxanilin I. ve II. uygulamalarında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri sırasıyla çizelge 4.20-4.21’de uygulamanın yumru görüntüsü ise şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Famoxadone+Cymoxanil I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Famoxadone +Cymoxanil 22.5+30%	0,4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	0,8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

Çizelge 4.21 Famoxadone+Cymoxanil II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Famoxadone +Cymoxanil 22.5+30%	0,4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	0,8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0



Şekil 4.12 Famoxadone+Cymoxanil uygulamasındaki sağlıklı yumru görüntüleri

Mandipropamid+Mancozeb I. ve II. uygulamasında belirlenen hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri çizelge 4.22 ve çizelge 4.23’de, uygulama, Zoxamide+Mancozeb uygulamasının görüntüsü şekil 4.13, I. ve II. uygulamalarda belirlenen yumru skala değerleri, % oranı ve %’de etki çizelge 4.24-4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 Mandipropamid+Mancozeb I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Mandipropamid +Mancozeb 5+60%	3,5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	7,0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

Çizelge 4.23 Mandipropamid+Mancozeb II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Mandipropamid +Mancozeb 5+60%	3,5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	7,0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

Çizelge 4.24 Zoxamide+Mancozeb I. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Zoxamide +Mancozeb 8.3+66.7%	1,8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	3,6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

Çizelge 4.25 Zoxamide+Mancozeb II. uygulamasında hastalık skala değerleri, % hastalık şiddeti, oranı ve % etki değerleri

Fungisit	Doz ml/l	Skala değerleri ve bu değerleri alan bitki sayıları										% Hast. şid.	% Hast. oranı	% Etki	Ort. % Etki
		0	1	2	3	4	5	6	7	8					
Zoxamide +Mancozeb 8.3+66.7%	1,8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
	3,6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100±0

İlk hastalık belirtileri sadece su uygulanan kontrol yumrularında görülmüştür. Daha sonra Metalaxyl M+Fludioxynil, Propamocarb hydrochloride ve Hymexazol uygulanan yumrulara gözlenmiştir. Değerlendirmede hem birinci hem ikinci uygulama zamanında yapılan kontrolde hastalık oranının %100 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Kontrolde meydana gelen siğil hastalığı görüntüsü

Enfekteli toprağa iki farklı dozda uygulanan tüm fungusitlerin I. ve II. uygulamaları sonrasında Marabel çeşidi patates yumrularına yapılan inokulasyonlarda elde edilen % etki değerleri çizelge 4.26'da verilmiştir. Bu hastalığa karşı kimyasalların etkinliğine yönelik sera ve laboratuvar çalışmalarına fazla rastlanmamaktadır. Bu çalışmada sekiz

farklı fungusit karışımının toprakta *S. endobioticum* enfeksiyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu sekiz fungusittten Propamocarb hydrochloride, Metalaxyl M+Fludioxonil ve Hymexazolün farklı dozlarda ve bir veya tekrarlanan uygulamalarda sporangiumları tamamen eradike edemediği belirlenmiştir. Hatta aynı fungusitlerin bulaşık toprağa ikinci kez uygulandığında hastalık oranında bir artış kaydedilmiştir. Bu artışın sporangiumların dormansi özelliği ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Keza, Hampson (1977) sporangiumların dormansi özelliğinin enfeksiyon yeteneği üzerine etkili olabileceğini bildirmiştir. Denemeye alınan diğer fungusitlerden Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride, Famoxadone+Cymoxanil, Mandipropamid+ Mancozeb, Zoxamide+Mancozeb her iki dozda, I. ve II. uygulamada sporangiumları %100 oranında engellemiştir. Bunun sonucu olarak kontrolde %100 çıkan hastalık oranı bu fungusitlerin kullanımı ile sıfıra düşmüştür (Çizelge 4.26).

Reed ve Dickens (1993), sera koşullarında yaptıkları denemelerde formaldehit, fenol, asetik asit, dodecyl benzene sulphonicasit gibi dezenfektanları, fumigant olarak dichlorophen, fungusit olarak sodium dialkyl dithiocarbamatı ve amonyum birleşiklerini denemiştir. Araştırmacılar çalışmalarında bu kimyasalların kışlık sporangium canlılığına etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmanın sonucunda toprak dezenfektanlarının ve fungusit olarak dithiocarbamatların canlı sporangium oranını azaltmasına rağmen tamamen eradike edemediğini, dichlorophen ve amonyum bileşiklerinin ise %100 etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.26 Fungisitlerin iki farklı dozunda yapılan I. ve II. uygulamalar ile elde edilen % etki değerleri

Fungisitler	% Etki			
	I. Uygulama		II. Uygulama	
	I. Doz	II. Doz	I. Doz	II. Doz
Propamocarb hydrochloride	55±2,89a*	92,50±4,79b	27,5±2,5a	0±0 a
Metaxyl M+Fludioxonil	75±2,89b	77,5±2,5 a	22,5±9,46 a	57,5±2,5b
Hymexazol	72,5±8,54b	95±2,89b	62,5b±4,79 b	87,5±2,5c
Tolclophos Methyl+Thiram	100±0c	100±0c	100±0c	100±0d
Dimethomorph+Copperoxy chloride	100±0c	100±0c	100±0c	100±0d
Famoxadone+Cymoxanil	100±0c	100±0c	100±0c	100±0d
Mandipropamid+Mancozeb	100±0c	100±0c	100±0c	100±0d
Zoxamide+Mancozeb	100±0c	100±0c	100±0c	100±0

* Her bir sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

4.4 Patotip Belirleme Çalışmaları Sonuçları

Denemelerin yürütüldüğü tarlalardaki patotiplerin belirlenmesi amacıyla patotip ayırıcı patateslerden Eersteling, Saphir, Combi, Miriam, Karolin kullanılarak, EPPO PM 7/28 protokolündeki reaksiyon tablosuna göre patotipler belirlenmiştir.

Tarla 1 ve Tarla 2'deki ayırıcı patates çeşitleriyle yapılan patotip belirleme çalışmaları sonuçları çizelge 4.27 ve çizelge 4.28'de verilmiştir. Tarla 1'deki patotip ayırıcı patateslerdeki çeşit reaksiyonları değerlendirildiğinde, Eersteling çeşidin sekiz patates göz alanında hassas 5 reaksiyon değerini vererek pozitif reaksiyon göstermiştir. Combi patates çeşidi birinci ve ikinci tekerrürde yer alan dört adet göz alanında hassas 4 değerinde 2'şer adet yumruda enfeksiyon gösterirken, hassas 5 skalasında yine 2'şer adet olmak üzere bütün yumrulara enfeksiyon göstererek pozitif reaksiyon vermiştir. Bu nedenle Eersteling ve Combi çeşitleri hassas olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.27). Saphir patates çeşidi birinci tekerrürde 4 adet göz alanından dayanıklı 1 skala değerinde 3 adet, 2 skala değerinde 1 adet reaksiyon verirken, ikinci tekerrürde dayanıklı 1 skala değerinde 3 adet göz alanı, dayanıklı 3 skala değerinde 1 göz alanı

olduğu belirlenmiştir. Üçüncü tekerrürde yer alan 10 adet göz alanından 4 adedinde dayanıklı 1 skala değeri, 3 göz alanında dayanıklı 2 skala değeri verirken, 3 adet göz alanında ise hassas 4 skala değeri reaksiyonu göstermiştir. Hassas 4 skala değeriinde 3 adet göz alanı olması nedeniyle pozitif reaksiyon veren Combi çeşidi de hassas olarak değeriendirilmiştir.

Miriam patates çeşidi birinci tekerrürde yer alan 4 göz alanında 2 adet 1 skala değeriinde ve 2 adet de 2 skala değeriinde dayanıklı reaksiyon vermiştir. Üçüncü ve dördüncü tekerrürde yer alan 20 adet göz alınının tamamında ise dayanıklı 2 reaksiyonu göstermiştir. Elde edilen bu sonuçlar ile Miriam çeşidi dayanıklı olarak değeriendirilmiştir.

Karolin çeşidinin birinci tekerrüründe yer alan 4 adet göz alanı çimlenmediğı yada çürüme olması nedeniyle kaybedilerek değeriendirmeye alınmamıştır. Ancak ikinci ve üçüncü tekerrürde yer alan 20 yumrunun tamamının dayanıklı 2 skala değeriinde reaksiyon verdiğı belirlenmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27 Tarla 1 siğil izolatu uygulanan patotip ayırıcı patates çeşitlerinin reaksiyonları

İrk ayırıcı patates çeşitleri	Tekerrür	Göz alanı sayısı	Çimlenme yada çürüme	Hastalık yok	Dayanıklı			Hassas	
					1	2	3	4	5
Eersteling	1	4							4
Eersteling	2	4							4
Eersteling	3								
		8	0		0	0	0	0	8
Combi	1	4						2	2
Combi	2	4						2	2
Combi	3								
		8	0		0	0	0	4	4
Saphir	1	4			3	1			
Saphir	2	4			3		1		
Saphir	3	10			4	3		3	
		18	0		10	4	1	3	0
Miriam	1	4			2	2			
Miriam	2	10				10			
Miriam	3	10				10			
		24	0		2	22	0	0	0
Karolin	1	4	4						
Karolin	2	10				10			
Karolin	3	10				10			
		24	4		0	20	0	0	0

Tarla 2’den elde edilen siğil izolatu ile yürütülen patotip belirleme çalışmalarında ise, birinci ve ikinci tekerrürde Eersteling patotip ayırıcı çeşidi tüm yumrulara hassas 5 skala değerini gösterdiğinden hassas olarak değerlendirilmiş ve üçüncü tekerrürde denemeye alınmamıştır. Combi çeşidinin birinci tekerrürde yer alan 4 göz alanından 2 adedinde dayanıklı 2 skalasında, 1’er adedinde ise hassas 4 ve 5 skalasında reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. İkinci tekerrürde ise 4 yumru göz alanının birinde dayanıklı 2, üçünde ise hassas 4 skala değerinde reaksiyon gösterdiğinden bu çeşit hassas olarak değerlendirilmiş ve üçüncü tekerrüre alınmamıştır (Çizelge 4.28).

Saphir çeşidi bir ve ikinci tekerrürde toplam 4'er göz alanında dayanıklı 2 ve 3 skalasında reaksiyon verirken, üçüncü tekerrürde 3 göz alanında dayanıklı 2, 1 göz alanında ise dayanıklı 1 reaksiyonu göstermiştir. Miriam çeşidi birinci tekerrürde 3 adet dayanıklı 2 skala değerinde ve 1 adet dayanıklı 3 skala değerinde göz alanı reaksiyonu vermiştir. Tekerrür 2'de ise birer adet göz alanında 1 ve 2 dayanıklı skalasında reaksiyon verirken, 2 göz alanında 4 skala değerinde hassas reaksiyon vermiş ve bu nedenle bu çeşit hassas olarak değerlendirilmiştir. Karolin çeşidi denemeye alınan 15 göz alanında dayanıklı 2 skala değerinde, 3 adet göz alanında ise 1 nolu dayanıklı skala değerinde reaksiyon vermiştir, bu yüzden dayanıklı olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28 Tarla 2 siğil izolatu uygulanan patotip ayırıcı patates çeşitlerinin reaksiyonları

Patotip ayırıcı patates çeşitleri	Tekerrür	Göz alanı sayısı	Çimlenme yada çürüme	Hastalık yok	Dayanıklı			Hassas	
					1	2	3	4	5
Eersteling	1	4							4
Eerstling	2	4							4
Eersteling	3								
		8							8
Combi	1	4				2		1	1
Combi	2	4				1		3	
Combi	3								
		8				3		4	1
Saphir	1	4				1	3		
Saphir	2	4				1	3		
Saphir	3	4			1	3			
		12			1	5	6		
Miriam	1	4				3	1		
Miriam	2	4			1	1		2	
Miriam	3	4			1	3			
		12			2	7	1	2	
Karolin	1	4			3	1			
Karolin	2	4				4			
Karolin	3	10				10			
		18			3	15			

Patotip ayırımında kullanılan ayırıcı patates çeşitlerinin Avrupa’da yaygın patotiplerden 1, 2, 6 ve 18’e karşı verdikleri reaksiyonlar çizelge 4.29’de görülmektedir (Anonymous 2004).

Çizelge 4.29 Avrupa patotiplerini ayırıcı patates çeşitleri ve patotiplere karşı reaksiyonları

Patates Çeşitleri	Avrupa Patotipleri			
	P 1	P 2	P 6	P 18
Deodara, Tomensa, Eersteling	S	S	S	S
Combi	R	S	S	S
Saphir	R	S	R	R
Miriam	R	R	R	S
Karolin	R	R	R	R

+: Hassas (S), -: Dayanıklı (R)

Çizelge 4.29’de yer alan Avrupa patotipleri ayırıcı patates çeşitlerinin patotiplere karşı reaksiyonları ile karşılaştırıldığında patotip 2 sütununda yer alan Eersteling, Saphir, Combi pozitif reaksiyon, Miriam ve Karolin çeşitlerinde negatif reaksiyona uygun sonuçlar vermiştir. Tüm veriler değerlendirildiğinde Tarla 1 siğil izolatının patotipinin Avrupa patotip 2 olduğu belirlenmiştir.

Tarla 2 izolatı ile elde edilen sonuçlara göre Avrupa patotiplerini ayırıcı patates çeşitleri ve patotiplere karşı reaksiyonları çizelge 4.29’da verilmiştir. Eersteling, Combi ve Miriam çeşitlerinin pozitif (hassas) reaksiyon verdiği, Saphir ve Karolin çeşitlerinin negatif (dayanıklı) reaksiyon gösterdiği, bu sonucunda patotip 18’in ile reaksiyonları ile görülmüş ve Tarla 2’deki siğil izolatının patotip 18 olduğu belirlenmiştir.

Cakir vd. (2009) Türkiye’de yapılan çalışmada Karadeniz bölgesinde patotip 1(D1), Orta Anadolu bölgesinde ise patotip 6(O1), 18(T1) ve Nev 38 patotipi belirlendiğini

bildirmektedir. Bu çalışmada Tarla 2’de daha öncede bölgede varlığı belirlenmiş olan patotip 18 yine tespit edilmiştir. Bayeen vd. (2006)’ya göre bu patotip ilk kez Almanya’da saptanmıştır. Son zamanlarda patotip 18 (T1) Hollanda’da bulunmuştur. Kuzeydoğu Hollanda’da 2001 yılında enfeksiyonlu bir patates tarladan çürümüş siğiller Hollanda’nın kullandığı ayırıcı patates çeşitlerinde Spieckermann testi ile araştırılmış; Deodora, Producent, Delcora ve Miriam ayırıcı patates çeşitlerinde siğil görülürken, Saphir ve Belita ayıcı çeşitlerinde enfeksiyon oluşturmamıştır. Bu sonuçlar bu patotipin 18 (T1) olduğunu göstermiştir. 2003 yılından beri bu patotip Kuzeydoğu Hollanda bölgelerinde 5 tarlada doğrulanmıştır. Yürütülen bu çalışmada daha önce bu patotipi belirlemede kullanılan ayırıcı patates çeşitlerinden Miriam çeşidinde siğil oluştuğu yani pozitif reaksiyon verdiği ve Saphir çeşidinde oluşmadığı ve negatif reaksiyon verdiği görülmüş paralel sonuçlar elde edilmiştir. Anonymous (2004)’de bildirilen Avrupa ayırıcı patates çeşitleri ile yapılan patotip belirleme çalışmasında Eersteling, Combi ve Miriam çeşitlerinde hassas (S) reaksiyon, Saphir ve Karolin ayırıcı çeşitlerinde dayanıklı (R) reaksiyon belirlenerek Anonymous (2004)’deki patotip ayırıcı çeşit reaksiyonları ile uyumlu sonuçlar alınmıştır.

1941’de Almanya GieBübel’de bulunan yeni patotip 2(G1) olarak kodlanmıştır (Baayen vd. 2006). Anonymous (2004)’de bu patotipin ayırıcı çeşitlerdeki reaksiyonu Eersteling, Combi ve Saphir çeşitlerinde hassas (S), Miriam ve Karaolin çeşitlerinde dayanıklı (R) olarak bildirilmektedir. Bu çalışmada kullanılan ayırıcı çeşitlerdeki reaksiyon Anonymous (2004)’de patotip 2(G1) ile aynı reaksiyonları vermiştir. Bu sonuçlara göre Tarla 1’de tespit edilen patotip 2(G2) ise Türkiye için ilk kayıttır.

4.5 Fungisitlerin *Synchytrium endobioticum*’a Karşı Etkilerinin Araştırıldığı Tarla Denemeleri

Metalaxyl M+Fludioxonil, Propamocarb hydrochloride ve Hymexazolün laboratuvar koşullarında hastalığı tamamen engellemediği belirlenmiş ve bu nedenle tarla testlerine dahil edilmemişlerdir. Laboratuvar koşullarında siğil hastalığına karşı yürütülen etkinlik denemelerinde %100 etki gösteren aktif maddelerden (Çizelge 4.26) Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride, Famoxadone+Cymoxanil,

Mandipropamid+Mancozeb ve Zoxamide+Mancozeb iki farklı tarlada *S. endobioticum*'a karşı etkinlik denemesine alınmışlardır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Fungisitlerin tarla denemesinde hasat görüntüsü

Denemenin yapıldığı Tarla 1'de dinlenme sporu yoğunluğunun 87 sporangium/g toprak olduğu belirlenmiştir. Bu tarlada denemelerin değerlendirilmesi sonucunda; Famoxadone+Cymoxanil uygulaması yapılan parsellerde hiç hastalık çıkmamıştır ve etkinin % 100 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15).

Çizelge 4.30 Tarla 1’de fungusitlerin hastalıklı, sağlam yumru oranına etkisi, fungusit uygulanan parsellerdeki % hastalık şiddeti ve % etkileri

Fungisitler	Toplam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalık oranı (%)	Etki(%)
Tolclophos	71	1	1,41	96,58
Methyl+Thiram 30+30%	43	0	0	100
	54	0	0	100
	56	0	0	100
	56±5,76b	0,25±0,25b	0,35±0,35b	99,15±0,86a
Dimethomorph+	33	1	3,03	87,88
Copperoxychloride	32	0	0	100
6+40WP	47	0	0	100
	97	5	5,15	87,13
	52,25±15,3b	1,50±1,19b	2,05±1,26b	93,75±3,61a
Famoxadone+ Cymoxanil	49	0	0	100
22.5+30%	35	0	0	100
	60	0	0	100
	101	0	0	100
	61,25±14,2b	0±0b	0±0b	100±0a
Mandipropamid+	108	3	2,77	93,29
Mancozeb 5+60%	136	5	3,68	85,28
	166	2	1,20	97,12
	145	0	0	100
	138,75±12,02a	2,50±1,04b	1,91±0,82b	93,92±3,19a
Zoxamide+ Mancozeb	92	0	0	100
8.3+66.7%	125	0	0	100
	83	3	3,61	91,34
	124	11	8,87	77,83
	106±10,84a	3,50±2,6b	3,12±2,1b	92,29±5,24a
Kontrol	63	26	41,27	-
	60	15	25	-
	72	30	41,67	-
	55	22	40	-
	62,5±3,57b	23,25±3,2a	36.99±4,01a	-



Şekil 4.15 Famoxadone+Cymoxanil uygulaması yapılan parsellerde sağlıklı yumru görüntüsü

Tolclophos Methyl+Thiram uygulaması yapılan parsellerde %99,15 etki ile ikinci sırada yer almıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Tolclophos Methyl+Thiram uygulaması yapılan parsellerde enfeksiyon belirlenen tek yumrudaki siğil oluşumu

Tolclophos Methyl+Thiram uygulamasını %93,92 ile Mandipropamid+ Mancozeb, %93,73 etki ile Dimethomorph+ Copperoxychloride ve %92,29 etki ile de Zoxamide+ Mancozeb izlemiştir (Çizelge 4.30). Denemeye alınan fungusitlerin tümünün kontrole göre hastalığı önemli oranda engellediği belirlenmiştir ancak bu fungusitlerin etki oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunamamıştır. Fungisitler içerisinde

Famoxadone+ Cymoxanil uygulanan parsellerde hastalıklı yumruya rastlanmamıştır. Bu fungusitin uygulandığı parsellerde hastalığın gelişimini tamamen engellendiği, tüm yumruların sağlıklı olduğu belirlenmiştir. Laboratuvar koşullarında hastalığı tamamen engellediği belirlenen diğer fungusit uygulamalarında tarlada hastalıklı yumru oranı kontrole göre istatistiksel olarak önemli derecede azalmasına rağmen bazı parsellerde az da olsa hastalıklı yumruya rastlanılmıştır ($P \geq 0,05$).

Tolclophos Methyl+Thiram uygulamasında hastalık oranı 1. tekerrürde %1,41 olarak bulunmuş diğer parsellerde ise hastalık görülmemiştir. Bu nedenle ortalama hastalık oranı %0,35 olarak hesaplanmıştır. Dimethomorph+ Copperoxychloride uygulamasında 1. tekerrürde %3,03, 4. tekerrürde %5,15 oranında hastalık görülmüş, diğer iki parselde hastalık bulunamamıştır. Dimethomorph+ Copperoxychloride uygulamasının tüm parsellerinde ortalama hastalık oranı %2,05 olarak hesaplanmıştır. Mandipropamid+ Mancozeb uygulamasında 1. tekerrürde %2,77, 2. tekerrürde %3,68, 3. tekerrürde %1,20 oranında hastalık bulunmuş dördüncü tekerrüründe ise hastalık görülmemiştir. Bu uygulamada parsellerde hastalık ortalaması %1,91 olmuştur.

Zoxamide+ Mancozeb 8.3+66.7% uygulamasında ise 3. tekerrürde %3,61, 4. tekerrürde %8,87 oranında hastalık görülmüş, diğer iki parselde hastalık görülmemiştir. Tüm parsellerde ortalama %3,12 hastalık oranı belirlenmiştir. Her bir fungusit uygulaması yapılan parsellerdeki hastalıklı yumru sayısı, hastalık oranı (%) ve fungusitlerin etkisi (%) çizelge 4.30'da verilmiştir. Denemeye alınan fungusitlerin tümünün kontrole oranla hasta yumru oranını istatistiksel olarak önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. Fungisitler arasında hastalıklı yumru oranı bakımından önemli fark bulunmamıştır. Aynı şekilde fungusitlerin hastalık oranına etkileri açısından da önemli fark bulunmamıştır.

Tarla 2'de elde edilen sonuçlar çizelge 4.31'de verilmiştir. Bu tarlada 65 sporangium/g toprak olarak spor yoğunluğu belirlenmiş, deneme Tarla 1'de denenen aynı fungusitlerle (Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride, Famoxadone+Cymoxanil Mandipropamid+Mancozeb ve Zoxamide+Mancozeb) ve aynı uygulama

dozları ile kurulmuştur. Bu tarlada yürütülen denemede Famoxadone+ Cymoxanil uygulaması yapılan parsellerde hiç hastalıklı yumru tespit edilememiştir ve bu fungusitin etkisinin %100 olduğu belirlenmiştir. Tolclophos Methyl+Thiram uygulaması yapılan parseller %97,31 etki ile ikinci sırada yer almıştır. Bunu %91,28 etki ile Dimethomorph+ Copperoxychloride ve %90,19 etki ile Mandipropamid+Mancozeb takip etmiştir. Zoxamide+Mancozeb ise %88,05 etki ile dördüncü sırada yer almıştır (Çizelge 4.31). Bu çalışmada da etki açısından fungusitler arasında istatistiki olarak bir fark bulunamamıştır ($P \geq 0,05$).

Tarla 2’de Famoxadone+ Cymoxanil uygulaması yapılan parsellerin dışında diğer fungusitlerde az da olsa hastalıklı yumru belirlenmiştir. Tolclophos Methyl+Thiram uygulamasında sadece 3. tekerrürde %2,63 hastalık oranı tespit edilirken, tüm parsellerde ortalama hastalık oranı %0,66, Dimethomorph+ Copperoxychloride uygulamasında 2. tekerrürde %4,55, 4. tekerrürde ise %7,4 oranında hastalıklı yumruya rastlanılmış olup tüm parsellerde ortalama hastalıklı yumru oranının %2,99 olduğu belirlenmiştir. Mandipropamid+ Mancozeb uygulamasında sırasıyla 1. tekerrürde %5,17, ikinci tekerrürde %2,53, 3. tekerrürde %4,39 hastalıklı yumru oranı belirlenmiştir. Bu fungusitin uygulandığı parsellerde ortalama hastalık oranı %3,15 olarak hesaplanmıştır. Zoxamide+ Mancozeb uygulamasında ise 2. tekerrürde %6,52, 3. tekerrürde %7,5 hastalık oranı tespit edilirken ortalama hastalık oranı %3,51 olmuştur (Çizelge 4.31). Tüm fungusitlerin kontrole göre hastalık oranını istatistiki olarak önemli derecede azalttığı belirlenmiştir ($P \geq 0,05$).

Çizelge 4.31 Tarla 2’de fungusitlerin hastalıklı, sağlam yumru oranına etkisi, fungusit uygulanan parsellerdeki % hastalık şiddeti ve % etkileri

Fungisitler	Toplam yumru sayısı	Hasta yumru sayısı	Hastalık oranı (%)	Etki(%)
Tolclophos	70	0	0	100
Methyl+Thiram	37	0	0	100
30+30%	38	1	2,63	89,25
	53	0	0	100
	49,50±7,75bc	0,25±0,25b	0,66±0,66b	97,31± 2,69a
Dimethomorph+	43	0	0	100
Copperoxychlor	22	1	4,55	88,04
ide 6+40WP	35	0	0	100
	27	2	7,40	77,06
	31,75±4,61c	0,75±0,48b	2,99±1,82b	91,28±5,51 a
Famoxadone+	64	0	0	100
Cymoxanil	57	0	0	100
22.5+30%	67	0	0	100
	78	0	0	100
	66,50±4,37ab	0±0b	0±0b	100 a±0a
Mandipropamid	58	3	5,17	85,35
+ Mancozeb	79	2	2,53	93,35
5+60%	114	5	4,39	82,06
	92	0	0	100
	85,75±11,74a	2,50±1,04b	3,02±1,15b	90,19a±4,04a
Zoxamide+	52	0	0	100
Mancozeb	46	3	6,52	82,86
8.3+66.7%	80	6	7,5	69,35
	60	0	0	100
	59,50±7,41bc	2,25±1,44b	3,51±2,03b	88,05a±7,43a
Kontrol	85	30	35,29	-
	71	27	38,03	-
	94	23	24,47	-
	93	30	32,26	-
	85,75±5,31a	27,50±1,66a	32,51±2,93a	

Tarla 2’de alınan sonuçların Tarla 1’de alınan sonuçlara paralel olduğu gözlenmiştir. Patates siğil hastalığı (*S. endobioticum*) Avrupa’da ilk kez tespit edildiği 1900’lü yılların başından itibaren patates üretimini sınırlandıran en önemli hastalıklarından biri olmuştur. Avrupa Birliği’nin hakkında direktif bulunan hastalık etmeni *S. endobioticum*, dört önemli karantina organizmasından biridir. Hastalıkla mücadele ve yayılmasını engellemek için gerekli tedbirler alınmadığı takdirde topluluk genelinde patates tarımının sürekli bir risk altında bulunacağını bildirilerek AB’nin 69/464/ECC sayılı

konsey direktifi uygulamaya verilmiştir ve günümüzde bu önlemler uygulanmaktadır. Hastalığın mücadelesi için uygulanan sıkı tedbirlere rağmen hastalığın hala 39 ülkede mevcut olması (Anonymous 2007b, Gorgiladze vd. 2014) bu tedbirlerin yanında kimyasal ve biyolojik uygulamalarında eradikasyona yardımcı uygulamalar olarak devreye girmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Etmenin toprak kökenli olması nedeniyle, mücadelesinde büyük engellerle karşılaşmaktadır. Güvenlik kuşakları üzerinde dayanıklı patates çeşidi kullanımı sekonder enfeksiyonları önleyici bir tedbir olarak etkili olmakla birlikte koruyucu bir önlemdir. Bununla birlikte uygulanan karantina, uzun süreli ürün rotasyonu, yasal yaptırımlar, yalnızca dayanıklı patates çeşitlerinin yetiştirilmesini teşvik etmek gibi yöntemlerle desteklenmektedir (Hampson 1993).

Hampson'un (1977) bildirdiğine göre *S. endobioticum* tarafından oluşturulan patates siğil hastalığı fungusitlere oldukça dayanıklıdır. Araştırmacılar hastalık etmeninin hayat çemberindeki zayıf halkanın zoosporların dinlenme (istirahat) döneminde sporangiumdan hassas dokulara doğru hareket ettikleri süreç olduğunu vurgulamışlardır. Zoosporların aktif olduğu toprak ortamında toprağa uygulanabilen fungusitlerin mücadelede başarılı olabildiği, yumru yüzeyini kaplamada kullanılan fungusitlerin ise uzun süre etki gösteremedikleri bildirilmektedir. Bu nedenle sadece tohum uygulaması bu hastalığın mücadelesinde yetersiz görülmektedir. Bu çalışmada bu nedenle tohum uygulaması yerine topraktaki inokulumun azaltılmasına yönelik olarak toprak uygulaması hedef alınmıştır. Yumru yüzeyine uygulanan fungusitlerin etki süresi uzun olmadığı için patatesin etrafında bulunan topraktaki sporangiumların enfeksiyon meydana getirmesi engellenmeye çalışılmıştır.

Çalışmalarda laboratuvar koşullarında hastalığa karşı etkili bulunan fungusitler (Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride, Famoxadone+Cymoxanil, Mandipropamid+Mancozeb ve Zoxamide+Mancozeb) seçilmiştir. Yetiştirme süresi ve fungusitin etki süresi dikkate alınarak yumru etrafındaki toprak ilaçlanmıştır. Hampson (1988)'e göre kimyasal mücadelede kullanılan kimyasalların etkinliklerinin düşük olması nedeniyle etkinliği arttırmak amacı ile kullanım oranları arttırılmıştır.

Yaptığımız çalışmada laboratuvar çalışmasında etkili bulunan beş fungusitin alt dozlarında enfeksiyon olmamasına rağmen tarla şartlarında daha fazla etkinlik elde edilebilmesi için üst dozlarla çalışılması tercih edilmiştir. Üst dozlar patates ve sebze hastalıklarında zoosporlu fungusların mücadelesinde tavsiye edilen dozlardır. Bu çalışmada belirlenen fungusit dozları hastalığı en alt seviyede engelleyen ve en ekonomik miktarlarının belirlenmesi ilerde yapılması gereken çalışmalardır. Yapılan çalışmada her iki tarla denemesinde denemeye alınan tüm fungusitlerin kontrole göre hastalık oranını istatistiki olarak önemli derecede azalttığı belirlenmiştir. Diğer fungusitlere göre en etkili olarak Famoxadone+Cymoxanil uygulaması olmuş ve %100 etki elde edilmiştir. Etmenin sıfır toleranslı bir patojen olduğu göz önüne alındığında bu etki daha önem kazanmaktadır. Özellikle çok bulaşık tarlara bu tip uygulamaların yapılması en az 30 yıl toprakta bulunabilen (Smith vd. 1997) bir patojenin eradikasyon süresinin daha kısalmasına imkan sağlayacaktır. Ancak bu yapılırken etkili fungusitlerin uygulamalarının üzerinde daha fazla çalışılarak çevre ve insan sağlığı açısından en düşük oranda olacak şekilde ve hastalığa karşı en etkili ve ekonomik olacak dozun belirlenmesi gerekmektedir. Yine laboratuvar koşullarında denemelerde kullanılan dozlar ile patates yumrularının çimlenmesinde herhangi bir fitotoksik etkisi gözlenmemesine rağmen tarla koşullarında aynı dozların bitkilerde çıkışta bir gecikmeye sebep olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle laboratuvar koşullarında fungusitlerin patojeni tam olarak engellediği minimum dozlarının ve etkinliklerinin belirlenmesine gerek duyulmuştur.

4.5.1 Famoxadone+Cymoxanil alt dozlarının etkinlik çalışması

Hasta/sağlam olarak yapılan değerlendirme sonucunda Famoxadone+Cymoxanil'in 0.025, 0.05, 0.1 g/l dozlarında hastalık çıktığı belirlenmiştir (Şekil 4.17). Kontrolde %100 hastalık görülürken, 0.2 g/l dozunda Famoxadone+Cymoxanil uygulanan viyolde ise hastalık oluşmamıştır (Şekil 4.18). Yapılan alt doz çalışmalarında hiçbir hastalıklı yumru belirlenmeyen 0.2 g/l Famoxadone+Cymoxanil uygulaması %100 etkili olmuştur (Şekil 4.18).



Şekil 4.17 Famoxadone+Cymoxanil 0.025, 0.05, 0.1 g/l su dozlarında siğil hastalığı görüntüleri



Şekil 4.18 Kontrol yumrularında hastalık görüntüsü



Şekil 4.19 Famoxadone+Cymoxanilin 0.2 g/l su dozunda sağlıklı sürgün gelişimi

5. SONUÇ

1- Patates siğil hastalığına karşı iklim odası koşullarında denenen yüksek biosurfaktant+kitinolitik özellik gösteren *Bacillus simplex* ile yapılan uygulamalarda sadece %6,25 oranında hastalık görülmüştür. Bu yönüyle bakteri uygulamaları laboratuvar koşullarında siğil hastalığının baskılanmasında yüksek etki göstermiştir. Tarla denemelerinde ise bu bakterinin uygulandığı parsellerde tekerrürler arasında hastalık oranları açısından büyük varyasyonların olduğu kaydedilmiştir. Biyolojik mücadelede ajanlarının uygulandığı ortamda tutunabilmesi ve orada kolonize olabilmesi gerekmektedir. Toprağın kimyasal ve fiziksel yapısı ile birlikte topraktaki diğer mikroorganizmalar bunu etkileyebilmektedir. Uygulama yöntemlerinin optimizasyonu ve diğer mücadele yöntemleri ile entegrasyonu sağlandığında daha başarılı sonuçlar alınabilecektir.

2- Aktivatörlerle yürütülen çalışmada Cropset, Actigard, Mass Plant, Messenger, Regalia, Auxigro olmak üzere 6 farklı bitki aktivatörünün patates siğil hastalığına etkileri araştırılmıştır. Yapılan ön denemede diğerlerinden daha yüksek etki gösteren üç aktivatör; Actigard, Regalia ve Cropset'in inokulum yoğunluğu yüksek ve düşük olan farklı iki tarlada etkinlikleri incelenmiştir. Tüm aktivatörlerin hastalıklı yumru oranını önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. Actigard uygulamasının bu aktivatörler içerisinde en yüksek etkiyi gösterdiği ve hastalık ile mücadelede önemli bir potansiyele sahip olduğunu belirlenmiştir. Alınan sonuçlar özellikle dayanıklı çeşit kullanımı ve diğer kültürel önlemlerle birlikte Actigard uygulamasının hastalık oluşumunu büyük oranda engelleyebileceği kanısını uyandırmaktadır. Aktivatör uygulamasının inokulum oranı düşük tarlada ortalama yumru sayısını kontrol parsellerindekinden fazla oranda geriletmediği görülmüştür. Bu nedenle Actigard uygulamalarında verime etki çalışmalarının da yapılması gereklidir. Bitki hastalıklarına karşı aktivatörlerin fungusitlerle birlikte kullanılmasının bitki hastalıklarının mücadelesinde daha başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bu nedenle *S. endobioticum*'a karşı etkili fungusitlerin belirlenmesi ve bitki aktivatörleri ile kombine uygulamalar üzerine çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

3- Fungisitlerle Patates siğil hastalığına karşı yürütülen çalışmalarda Famoxadone+Cymoxanil uygulamasının hastalığı %100 engellediği belirlenmiştir. Famoxadone+Cymoxanil tarla doz uygulamalarının çevre ve insan sağlığı açısından en düşük oranda ancak hastalığa karşı en etkili ve ekonomik dozun belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında yapılan araştırmada 0,2 g/l su uygulamasında da %100 etki elde edilmiştir. Bununla birlikte elde edilen sonuçlara göre Tolclophos Methyl+Thiram, Dimethomorph+Copperoxychloride, Mandipropamid+Mancozeb ve Zoxamide +Mancozebin hastalığa karşı yüksek oranda etkili olduğu görülmüştür. Bu fungusitlerin de mücadelede göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Özellikle bulaşık alanlar etrafındaki güvenlik kuşağında diğer hastalıklarla yapılacak mücadelede bu fungusitlerin tercih edilmesi yayılmaların engellenmesinde etkili olacaktır. Nevşehir bölgesinde patates yetiştiricileri hastalıklara karşı yeşil aksam ilaçlamasında yağmurlama sulamayı tercih etmektedirler. Bu da toprağın fungusitlerle temasını arttırmaktadır. Bu şekildeki uygulamalar *S. endobioticum*'un topraktaki inokulum miktarını azaltmada etkili olabilecektir.

4- Tarla denemelerinin yürütüldüğü iki tarlada *S. endobioticum*'un ırkları belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Tarla 1'de patotip 2 (G1) ve Tarla 2'de patotip 18 (T1) ve tespit edilmiştir. Patotip 2 Türkiye'de ilk kez tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Altınok, H.H., Canıhoş Y. ve Akgül, S.D. 2002. Patlıcanda *Fusarium* solgunluğuna karşı patojen olmayan *Fusarium* türü ve Actigard'ın etkinliklerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, Erzurum.
- Anonim. 2004. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Patates Kanseri (*Synchytrium endobioticum* (Shilbersky) Percival) ile Mücadele hakkındaki Tebliğ. Tebliğ No:2002/61, 2004/16.
- Anonim. 2007. Nevşehir ili Kaymaklı kasabasında patates siğil hastalığı (*Synchytrium endobioticum*) etmeni ile bulaşık alanlarda bazı toprak fumigasyonu ve solarizasyon uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi. Ankara ZMAE ve Adana ZMAE'nün GKGM'ne sunulan hizmetiçi raporu (yayınlanmamış).
- Anonim. 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayınları Cilt 3, Sayfa 61-64. Başak Matbaacılık San. Tic. Ankara.
- Anonim. 2009. Nevşehir Tarım İl Müdürlüğü'nce Nevşehir ilinde NETCAD bilgisayar programları ile haritalandırılan bulaşık tarlalar ve Avrupa Birliği'ne bildirilen Patates siğil hastalığı verileri, 19-25 Kasım (Hizmetiçi belge).
- Anonim. 2011. Web sitesi: <http://www.hclrss.demon.co.uk/acibenzolar.html>. Erişim Tarihi: 07.07.2011.
- Anonim. 2012. Sürvey Talimatları Klavuz El Kitabı, 58. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. 2014. Patates siğili görülen alanlarda ve güvenlik kuşağında uygulanacak desteğe ilişkin Bakanlar Kurulu kararı. Tebliğ no 2010/39 www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100813-18.htm, Erişim Tarihi 02.09.2014.
- Anonymous. 1969. Council Directive 69/464 on the control of Potato Wart. Official Journal of the European Communities L323/1, 561–562.
- Anonymous. 2003. Potato wart inspection procedures, Canadian Food Inspection Agency, Prince Edward Island.
- Anonymous. 2004. EPPO Standards, Diagnostic protocols for regulated pests, PM 7/28. EPPO Bulletin 34, 155 -157.

- Anonymous. 2007a. EPPO Standards PM 9/5(1). National regulatory control systems, *Synchytrium endobioticum*. EPPO Bulletin 37, 221-222.
- Anonymous. 2007b. EPPO, Plant Quarantine Information Retrieval System (PQR). Version 4.6 (2007-07). 1 rue Le Nôtre 75016 Paris, France.
- Anonymous. 2009. European Commission Health and Consumer Directorate General. Final Report of a mission carried out in Turkey. From 19 to 25 November 2009 in order to evaluate the situation and the official controls of *Synchytrium endobioticum*. DG(SANCO) 2009-8381MR Final.
- Anonymous. 2014. European Commission Health and Consumer Directorate General. Final Report of an Audit Carried Out In Turkey. Ref. Ares(2014)1805341 DG(SANCO)2014-7198-MR.
- Anonymous. 2015. Web Sitesi: <http://www.fao.org/potato-2008/en/world/>, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- Baker, E.H. (Ed.) 2007. Recovery Plan for Potato Wart Disease Caused by *Synchytrium endobioticum* (Schilberszky) Percival January 9. <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/00000000/opmp/PotatoWart70109.pdf>. Erişim Tarihi 08.09.2014.
- Baayen, R. P, Cochius, G., Hendriks, H., Meffert, J.P., Bakker, J. and Bekker, M. 2006. History of potato wart disease in Europe. A proposal for harmonisation in defining pathotypes. European Journal of Plant Pathology 116, 21-31.
- Baysal, O., Turgut, C. and Mao, G. 2005. Acibenzolar-S-methyl induced resistance to *Phytophthora capsici* in pepper leaves. Biologia Plantarum, 49(4): 599-604.
- Cole, D.L. 1999. The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal diseases of tobacco. Crop Protection 18(4), 267-273.
- Çetinkaya, Y.R. ve Aysan, Y. 2005. Bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) ile bulaşık domates fidelerinde bitki aktivatörlerinin etkinliğinin belirlenmesi. Türkiye 2. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım, 2005, Adana, 359.
- Çakır, E. 2005. First report of potato wart disease in Turkey. Journal of Plant Pathology 54;584.

- Çakır, E., Onaran, H., Duran, H. ve Bilgin, M.G. 2006. Türkiye’de ticari patates çeşitlerinin siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] hastalığına reaksiyonları ve hastalığın verime etkisi. IV. Ulusal Patates Kongresi Bildirileri, 242-249s, Niğde.
- Çakır, E., Şahin, F., Flath, K., Niepold, F. ve Bayrak, Ö.F. 2008. Türkiye’de patates kanserine neden olan *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.’nin patolojik ve moleküler tanısı; hastalık ile etkili mücadele stratejilerinin belirlenmesi. TUBİTAK 105O108 nolu proje sonuç raporu.
- Çakır, E., Duran, H., Altın, N., Akbaş, H. R., Yeşilova, Ö., Çolak, A., Yazlık, A., Aydın, H., Ozan, S. ve Güler, B. 2008a. Ülkemiz patates ekiliş alanlarında patates siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival] hastalığının sürveyi projesi sonuç raporu, Tagem. Proje No: BS-03/03-07-022.
- Cakir, E., Leeuwen, Van G. C. M., Flath, K., Meffert, J. P., Janssen, W. A. P. and Maden S. 2009. Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey. EPPO Bulletin 39, 175-178.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, F., Erat, M., Varmazyari, A., Haznedar, A. and Sekban, R. 2013. Tea growth and yield in relation to mixed cultures of N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Special Issue Volume 1 pp. 17-21.
- Glynne, M.D. 1925. Infection experiments with wart disease of potatoes. *Synchytrium endobioticum*. Annals of applied Biology 12, 34-60.
- Gorgiladze, L., Meparishvili, G., Sikharulidze, Z., Natsarishvili, K. and Meparishvili, S. 2014. First report of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart in Georgia. <http://www.ndrs.org.uk/article.php?id=030004> Erişim tarihi: 10.09.2014.
- Gunacti, H. and Erkiliç, A. 2013. Developing control strategies of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) in Turkey. ESci J. Plant Pathol. 02 (02) 2013. 76-83.
- Güven, Y., Özdemir N., Güven, E., Türküsay, H., Tosun, N., Saygılı, H. 2006. Efficacies of plant activators in control of blight of pear in Turkey. Acta Horticulturae, 704: 259-263.
- Hampson, M.C. 1977. Screening sistemic fungicides for potato wart disease. Canadian Plant Disease Survey, 57: 75-78.

- Hampson, M.C. and Thomson, P.R. 1977. A quantitative method to examine large numbers of soil samples for *Synchytrium endobioticum*, the cause of potato wart disease. *Plant and Soil* 46, 659-664.
- Hampson, M.C. 1985. Pathogenesis of *Synchytrium endobioticum*. *Plant and Soil* 87: 241-250.
- Hampson, M.C. 1986. Sequence of events in the germination of the resting spore of *Synchytrium endobioticum*, European pathotype 2, the causal agent of potato wart disease. *Canadian Journal of Botany* 69(9): 2144-2150.
- Hampson, M.C. 1988. Control of potato wart disease through the application of chemical soil treatments. A historical review of early studies (1909-1928). *EPPO Bulletin* 18, 153-161.
- Hampson, M.C. and Coombes, J.W. 1991. Use of crabsell meal to control potato wart in Newfoundland. *Canadian Journal of Plant Pathology* 13: 97-105.
- Hampson, M.C. 1992. A bioassay for *Synchytrium endobioticum* using micropropagated potato plantlets. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 14: 289-292.
- Hampson, M.C. 1993. History, biology and control of potato wart disease in Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 15(4); 223-244.
- Hampson, M.C. 1997. Pathogenesis of *Synchytrium endobioticum*: IX. Effect of irrigation regimes and soil mixes on disease incidence with pathotype 2. *Canadian Journal of Plant Pathology* 19: 47-51.
- Hekimhan, H. ve Boyraz, N. 2013. Acibenzolar-S-Methyl uygulamasının bazı ekmeklik buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığı (*Fusarium culmorum*) üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6(1): 56-61.
- Herger, G., Klingauf, F., Mangold, D., Pommer, E.H. and Scherer, M. 1988. Efficacy of extracts of *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai against fungal diseases, especially powdery mildews. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 40(4): 56-60.
- Hilli, A. 1932. The reasons of the spread of potato wart (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) in England and abroad. *Valt Maatalouskoetiminna* Julk 46: 1-249.
- Hooker, W.J. 1981. Compendium of potato diseases. American Phytopathology Society, St Paul, 125.

- Kadioğlu, Z. 2013. Biberlerde kökboğazı yanıklığı hastalığı *Phytophthora capsici*' ye karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkilerinin belirlenmesi. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, s 72.
- Kamil, Z., Rizk, M., Saleh, M. and Moustafa S. 2007. Isolation and identification of rhizosphere soil chitinolytic bacteria and their potential in antifungal biocontrol. Global Journal of Molecular Sciences 2(2): 57-66.
- Karman, M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Mesleki Kitaplar Serisi, İzmir.
- King, E.O., Ward, M.K. and Raney, D.E. 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. Journal of Laboratory Clinical Medicine 44: 301-307.
- Kone, D., Csinos A.S., Jakson K.L. and Ji P. 2009. Evaluation of systemic acquired resistance inducers for control of *Phytophthora capsici* on squash. Crop Protection, 28: 533-538.
- Konstantinidou-Doltsinis S., Markellou E., Kasselaki A.-M., Fanouraki M. N., Koumaki C.M., Schmitt A., Liopa-Tsakalidi A. and Malathrakis N.E. 2006. Efficacy of Milsana, a formulated plant extract from *Reynoutria sachalinensis*, against powder mildew of tomato (*Leveillula taurica*). BioControl, 51: 375–392.
- Konukoğlu, F. 2007. Kahramanmaraş'ta biberlerde kök ve kökboğazı yanıklığı etmeni (*Phytophthora capsici*)'nin inokulum kaynaklarının belirlenmesi ve entegre mücadelesi. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora tezi, s 104.
- Langerfeld, E. 1984. [*Synchytrium endobioticum* a review of the potato wart pathogen based on literature reports.] Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, No. 219, pp. 1–142. BBA, Berlin (DE) (in German).
- Langerfeld, E. and Stachewicz, H. 1993. Pathotypes of *Synchytrium endobioticum* in the old and new Federal Länder. Gesunde Pflanzen 45: 9–12 (in German).
- Lemmerzähl, J. 1930. A new simplified method for inoculation of potato cultivars to test for wart disease resistance. *Züchter* 2, 288-297(in German).

- Matheron, M.E. and Porchas, M. 2002. Suppression of *Phytophthora* Root and Crown Rot on Pepper Plants Treated with Acibenzolar-S-methyl. *Plant Disease*, 86(3): 292-297.
- Melnik, P.A. 1998. Wart disease of potato, *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. EPPO Technical documents no. 1032, Paris.
- Melodie, L.P. and Sindermann, A.B. 1994. Eradication of Potato wart disease from Maryland. *American Potato Journal* 71: 743–747.
- Mirzabekian, R.O., Sinitsina, N.V. and Belyakova, O.G. 1961. Elaboration of a biological method for the control of potato wart (in Russian). *Agrobiologiya* 4(130): 566–572.
- Moore, W.C. 1957. The breakdown of immunity from potato wart disease. *Outlook Agric.* 1: 240–243
- Noble, M. and Glynne M.D. 1970. Wart diseases of potatoes. *FAO Plant Protection Bulletin* 18: 225-231.
- Obidiegwu, E.J., Flath, K., Gebhardt, C. 2014. Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theor. Appl. Genet.* 127: 763–780.
- Paisley, R. 1995. MIS whole cell fatty acid analysis by gas chromatography. MIDI, Inc., Newark, DE, 5.
- Parkunan, V., Johnson, C.S. and Eisenback J.D. 2011. Influence of acibenzolar-s-methyl and mixture of *Bacillus* species on growth and vigor of cultivated tobacco. *Tobacco Science* 48: 7–14 7.
- Percival, J. 1910. Potato “wart” disease: the life story and cytology of of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Zentralblatt Bakteriell Parasitenkunde Infektionskrankheiten* 25: 440-447.
- Przetakiewicz, J. 2008. Assessment of the resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Bull* 38: 211–215.
- Przetakiewicz, J. and Kopera, K. 2007 The comparison of usefulness the Glynne-Lemmerzahl and the Spieckermann methods to assess resistance of potato (*Solanum tuberosum* L.) to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. pathotype 1(D₁) in mass tests. *Bull IHAR* 243: 235-244 (in Polish).

- Raupach, G.S. and Kloepper, J.W. 2000. Biocontrol of cucumber diseases in the field by plant growth promoting rhizobacteria with and without methyl bromide fumigation. *Plant Dis.*, 84: 1073-1075.
- Reed, P.J. and Dickens, J.S.W. 1993. Evaluation of various disinfectants against potato wart disease. *Tests of Agrochemicals and Cultivars* 14(1993). *Ann. Appl. Biol.* 122.
- Roach, W.A., Glynne, M.D., Brierley, W.B. and Crowther, E.M. 1925. Experiments on the control of wart disease of potatoes by soil treatment with particular reference to the use of sulphur. *Annals of Applied Biology* 12: 152-190.
- Satbute, S.K., Bhawsar, B.D., Dhakephalkar, P.K. and Chopade, B. 2008. Assessment of different screening methods for selecting biosurfactant producing marine bacteria. *Indian Journal of Marine Sciences* 37(3): 243-250p.
- Schaad, N.M., Jones, J.B. and Chun, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria, In: *Pseudomonas*. Brawn-Kiewnick, A. ve Sands, P.C., Third Edition. APS Press, The American Phytopathological Society, 108, St. Paul, Minnesota.
- Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R. and Holderss, M. 1997. Quarantine Pests for Europe. Second Edition. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. 925-929p. CAB International, 1425.
- Singh, P.H. and Shekhawat, G.S. 2000. Wart disease of potato in Darjeeling hills. Technical Bulletin No 19, Central Potato Research Institute, Shimla, pp 73.
- Souza, C.P., Burbano-Rosero, E. M., Almeida, B.C., Martins, G.G., Albertini, L.S. and Rivera, I.N.G. 2009. Culture medium for isolating chitinolytic bacteria from seawater and plankton. *World J Microbiol Biotechnol*, 25:2079–2082.
- Spieckermann, A. and Kothoff, P. 1924. Testing potatoes for wart resistance. *Deutsche Landwirtschaftliche presse* 51, 114-115.
- Stahewicz, H. 2015. Web Sites: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/52315> Erişim tarihi:08.02.2015.
- Stanghellini, M.E. and Miller, R. M. 1997. Biosurfactants, their identity and potential efficacy in the biological control of zoosporic plant pathogens. *Plant Disease*, 81 No:1.

- Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. and Weingartner (Editors). 2001. Compendium of Potato Diseases, 2nd. Edition. APS Press, St. Paul, MN. 46-47.
- Taylor, H.V. 1920. The distribution of wart disease. J Minist Agric 27: 733–738.
- Üstün, N., Demir, G. and Saygılı, H. 2005. Possibilities for control of tomato pith necrosis by using copper compounds and plant activators. Acta Horticulturae, 695: 321-326.
- Vallad, G.E. and Goodman R.M. 2004. Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop Science 44: 1920-1934.
- Walker, J.C. 1983. *Synchytrium endobioticum*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. No 755. CAB International.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emel ÇAKIR

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Sivrihisar Lisesi (1985)

Lisans : Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü (1989)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı (2005-2008)

Çalıştığı Kurum ve Yıl:

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/ANKARA 1998-

Yayınları:

SCI Yayınlar

Çakır, E. 2004. First report of potato wart disease caused by *Synchytrium endobioticum* in Turkey. Plant Pathology (www.bspp.org.uk/ndr/july2005).

Çakır, E. 2005. First report of potato wart disease in Turkey. J.Plant Pathology 54:584p.

Erzurum, K., Demirci, F., Karakaya, A., **Çakır**, E., Tuncer, G., and Maden, S. 2005. *Passalora* blight of anise (*Pimpinella anisum*) and its control in Turkey. Phytoparasitica 33:3.

Çakır, E., Demirci, F. 2012. First Report of *Phytophthora cryptogea* on potato tubers in Turkey. Plant Disease 96:8, 1224.3 p.

Hakemli Dergiler

Çakır, E., Duran, H., Altın, N., Akbaş, H.R., Yeşilova, Ö., Çolak, A., Uçkun, A., Aydın, H. and Güler, B. 2005. Potato wart disease survey in Turkey. EPPO Bulletin 35:3,489–490p.

Çakır, E. 2007. Prediction studies supported by computer on potato late blight in Central Anatolia in Turkey. EPPO Bulletin 37, 309-312p.

- Çakır**, E., Leeuwen, Van G. C. M., Flath, K., Meffert, J. P., Janssen, W. A. P. and Maden S. 2009. Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey. OEPP/EPPO Bulletin 39:175–178p.
- Çakır**, E., Demirci, F. 2013. Bazı bitki aktivatörlerinin patates siğil hastalığı [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.]'na etkileri. Bitki Koruma Bülteni, 53(4): 239-250.
- Çakır**, E. ve Maden, S. 2010. Patates siğil hastalığı etmeni (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.)'un, patotipleri, dünya ve Türkiye'deki durumu. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. Sayı:1, Cilt:24, 80-91s.
- Çakır**, E., Demirci, F. 2011. Geçmişten günümüze patates siğil hastalığının mücadele uygulamaları. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25 (2): (2011) 106-113.

Ulusal Kongre

- Erzurum, K., Maden, S., Karakaya, A., Erzurum.K., Tuncer, G., Demirci, F.,**Çakır**, E., 2001. The studies on *Cercospora* blight disease in the anise growing areas of Antalya, Burdur and Denizli provinces. Phytop.Congress, Tekirdağ, Bidiriler.
- Çakır**, E., Onaran, H., Duran, H Ve Bilgin, M. G. 2006. Türkiye'de ticari patates çeşitlerinin siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] hastalığına reaksiyonları ve hastalığın verime etkisi. IV. Ulusal Patates Kongresi Bildiriler, 242-249s, Niğde.

Uluslar Arası Konferans/Sempozyum

- Çakır**, E. 2005. Some studies on potato wart [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] in Turkey. EPPO Workshop on *Synchytrium endobioticum*, Paris.
- Çakır**, E., Şahin, F., Bayrak, O. F. 2006. Resistance of potato varieties against to *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival causing potato wart disease in Turkey and its molecular characterization. Workshop on Wart Disease, Book of Abstracts, 10p.The Netherlands.
- Çakır**, E., Duran, H., Altın, N., Çolak, A., Aydın, H., Akbaş, H., Yeşilova, Ö., Esen, H., Uçkun, A., 2004. Studies on determination of potato wart [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] in potato growing areas of Turkey. Plant Protection Congress, 157p, Samsun.
- Polat, Z., **Çakır**, E., Beşirli, G. and Sönmez, İ. 2014. Determination of garlic fungal diseases from field and storage garlic in Taşköprü, Kastamonu, Turkey. Balkan Agricultural Congress, 8-11 September 2014, 752p., Edirne, Turkey.
- Çakır**, E., Demirci, F. 2013. Patates siğil hastalığı (*Synchytrium endobioticum*)'na karşı rizosfer bakterilerinin etkileri üzerine araştırmalar. Patates Zararlı Organizmaları Sempozyumu Bildirileri, 4-7 Kasım 2013 Ankara.

Çakır, E. 2013. Türkiye’de patates siğil hastalığı çalışmaları Patates Zararlı Organizmaları Sempozyumu Bildirileri, (Poster) 4-7 Kasım 2013 Ankara.

Diğer Dergiler

Çakır, E., Demirci, F. 2010. Patates Siğil (*Synchytrium endobioticum*) Hastalığı. Tarım Türk, 21:84-88.

Çakır, E. 2012. Sonbahar sebzelerinde görülen başlıca hastalıklar ve mücadelesi. Tarım Türk, 37:72-74.

Çakır, E. 2012. Biber yetiştiriciliği. Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Çiftçi eğitim Serisi Yayın No:2012/55.

Çakır, E. 2014. Patates siğil hastalığı (*Synchytrium endobioticum*). Agromedya Dergisi, Aralık, 13:116-120s.

Çakır, E. 2015. Patates kuru çürüklük hastalığı. Agromedya Dergisi, Mayıs-Haziran, 16: 100s.