



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**KAVUN SOLGUNLUK PATOJENİ *FUSARIUM OXYSPOURUM* F.SP.
MELONIS'E KARŞI FARKLI KOMPOSTLARDAN ELDE EDİLEN
MİKROORGANİZMALARIN *IN VITRO* ANTİFUNGAL ETKİLERİ**

SENEM ÇAKIRBEY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

ARALIK - 2012

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAVUN SOLGUNLUK PATOJENİ *FUSARIUM OXYSPORUM* F.SP.
MELONIS'E KARŞI FARKLI KOMPOSTLARDAN ELDE EDİLEN
MİKROORGANİZMALARIN *IN VITRO* ANTİFUNGAL ETKİLERİ**

SENEM ÇAKIRBEY
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Doç. Dr. E. Mine Soylu danışmanlığında hazırlanan bu tez, 31/12/2012 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Emine Mine SOYLU	Prof. Dr. Şener KURT	Prof. Dr. Yeşim AYSAN
Başkan	Üye	Üye

Bu tez, Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 1101Y0110

Not: Bu tezde özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1.Fungus materyali.....	25
3.2.Kompost materyali.....	25
3.3.Kompostların mikrobiyal analizleri.....	27
3.4.Çalışmada kullanılan besi yerleri ve içerikleri.....	27
3.5.Seçilen aday antagonist fungus ve bakteri izolatları ile <i>in vitro</i> çalışmalar.....	27
3.5.1.İzole edilen fungus ve bakteri izolatlarının <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> (FOM)' e karşı antagonistik etkilerinin değerlendirilmesi.....	27
3.5.2.Ön inkübasyon süresinin bakterilerin antagonist potansiyelleri üzerine olan etkinliği.....	28
3.6.Fungal ve bakteriyel izolatların tanısı.....	29
3.6.1.Bakteriyel izolatların yağ asitleri profillerine göre tanılanması.....	30
3.7.Tütünde aşırı duyarlılık testi (HR=Hypersensitive Reaction).....	31
3.8.Deneme deseni ve istatistik analizler.....	31
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1.Farklı kompostlardan izole edilen fungus ve bakteri izolatlarının aylara göre ağılımları.....	32
4.2.Fungus ve bakteri izolatları ile <i>in vitro</i> çalışmalar.....	38

4.2.1. fungus ve bakterilerin fungal patojen <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> (FOM)' in miselyal gelişimine etkileri.....	38
4.2.2.Ön inkübasyon süresinin bakterilerin antagonist potansiyelleri üzerine olan etkinliği.....	45
4.3.Tütünde aşırı duyarlılık testi (HR= Hypersensitive Reaction).....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	53
TEŞEKKÜR.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	63
EK-1.....	64

ÖZET

KAVUN SOLGUNLUK PATOJENİ *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *MELONIS*' E KARŞI FARKLI KOMPOSTLARDAN ELDE EDİLEN MİKROORGANİZMALARIN İN VİTRO ANTİFUNGAL ETKİLERİ

Toprak kökenli hastalıkların baskılanması kompostlarda bulunan antagonist mikroorganizmaların faaliyetlerine bağlanmaktadır. Kompostlarda doğal bir şekilde kolonize olabilen baskılama yeteneğine sahip mikroorganizmalar büyük çapta bir çeşitlilik göstermektedir.

Bu çalışmada, Hatay ili ve çevresindeki zeytin üretim alanlarından, zeytinyağı fabrikasından, ticari silaj ve küspe yapım tesislerinden ve MKÜ Selam Çiftliğinden sağlanan materyallerden oluşturulan kompostlardan izole edilen 27 fungus ve 34 bakteri izolatının, toprak kökenli fungal etmen *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM)' in gelişimini engellemeleri üzerine olan etkinlikleri *in vitro* koşullarda araştırılmıştır.

Elde edilen fungal izolatlar arasında 12 (toplam izolatın % 44.4' ü) ve bakteriyel izolatlar arasında 31 bakteri izolatı (toplam izolatın % 91.1'i) ikili kültür denemelerinde, FOM' in miselyal gelişimini değişik oranlarda engelleyerek antagonizm göstermiştir. Antagonistik potansiyele sahip fungal izolatlardan 11 tanesini *Penicillium* spp. ve 1' ni *Aspergillus niger* oluştururken, teşhisi yapılabilen bakteriyel izolatların çoğunluğunu *Bacillus* spp. (% 73.3) oluşturmuştur.

Farklı kompostlardan elde edilen *Penicillium* türlerinden K3F:0:4:1, K4F:0:5:2, K4F:1:4:2 ve *Aspergillus niger* izolatı K3F:2:4:3 ve 5 bakteriyel etmenden *Enterobacter-gergoviae* (K4B:4:7:1), *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1), *Salmonella typhimurium* (K5B:1:4:3), *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1), *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1)' in FOM' a karşı en yüksek düzeyde antagonistik potansiyele sahip oldukları belirlenmiştir. Antagonistik bakterilerin *in vitro* etkinliği, fungus inokulasyonu öncesi ön inkübasyon süresine bağlı olarak artış göstermiştir.

2013, 64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, kompost, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*

ABSTRACT

ANTIFUNGAL EFFECTS OF MICROORGANISMS ISOLATED FROM DIFFERENT COMPOSTS AGAINST MELON WILT PATHOGEN *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *MELONIS* IN VITRO

Compost suppression of soilborne diseases in horticultural crops has been attributed to the activities of antagonistic microorganisms. A great diversity of microorganisms, capable of suppressing pathogens naturally colonize compost.

In this study inhibition of soilborne fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM) by 27 fungi and 34 bacteria strains isolated from the composts made up from the materials obtained from olive orchards, an olive oil factory, commercial silage and animal feed production facilities and MKU Selam Farm in Hatay province was studied *in vitro* conditions.

Twelve of the fungal strains (44.4% of total strains) and 31 bacterial strains (91% of total strains) were appeared to be antagonist against FOM, showing inhibition of mycelial growth in different ratios in double-culture experiments. Eleven of the antagonist fungus strains were *Penicillium* spp. and 1 was *Aspergillus niger*, and most of the identified bacterial strains were *Bacillus* spp. (73.3%).

Penicillium strains K3F:0:4:1, K4F:0:5:2, K4F:1:4:2 and K3F:2:4:3 *Aspergillus niger* strain and 5 bacterial strains *Enterobacter-gergoviae* (K4B:4:7:1), *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1), *Salmonella typhimurium* (K5B:1:4:3), *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1), *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1) which were isolated from different composts, were determined to have high potential of antagonism against the fungus tested. *In vitro* efficiency of the antagonist bacterial strains increased depending on the pre-incubation period before the fungus inoculation.

2013, 64 pages

Key words: Biological control, compost, *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

NA	Nutrient Agar katı besi ortamı
PDA	Patates Dekstroz Agar katı besi ortamı
CDA	Czapek Dox Agar
TSA	Tryptone Soya Agar
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler)
KtM:x:y:z	Kt, kompost no; M, mikroorganizma (F: fungus, B: bakteri); x, kompostlama süreci; y, seyreltme no; z, petri no
rpm	Rotate per minute (dakikada dönüş sayısı)
µl	mikrolitre
g	gram
mg	miligram
kg/ha	kilogram/hektar
ml	mililitre
cm	santimetre
h	saat

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Biyolojik Mücadele potansiyeli açısından <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melonis</i> (FOM)' e karşı değerlendirilmiş olan kompostların içerikleri.....	25
Çizelge 4.1. Farklı kompostlardan izole edilen fungus sayılarının aylara göre dağılımı (10 ⁻⁴ seyreltmede).....	32
Çizelge 4.2 Farklı kompostlardan izole edilen bakteri sayılarının (log değerleri) aylara göre dağılımı.....	33
Çizelge 4.3. Yağ asidi özelliklerine göre tanısı yapılan bakteriyel izolatlar	35
Çizelge 4.4. Işık mikroskobu ile tanısı yapılan fungal izolatlar	37
Çizelge 4.5. Seçilmiş bazı fungal izolatlar ile <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> 'in ikili kültür denemelerindeki etkileşimleri.....	39
Çizelge 4.6. Seçilmiş bakteri izolatların <i>in vitro</i> koşullarda <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> 'in gelişimini engellemesi (%)......	40
Çizelge 4.7. Seçilmiş bazı bakteri izolatların <i>in vitro</i> koşullarda fungal hastalık etmeninin gelişimini engellemesi üzerine ön inkübasyon sürelerinin etkisi.....	45
Çizelge 4.8. Tütünde aşırı duyarlılık testi (HR= Hypersensitive Reaction) için kullanılan bakteriler.....	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

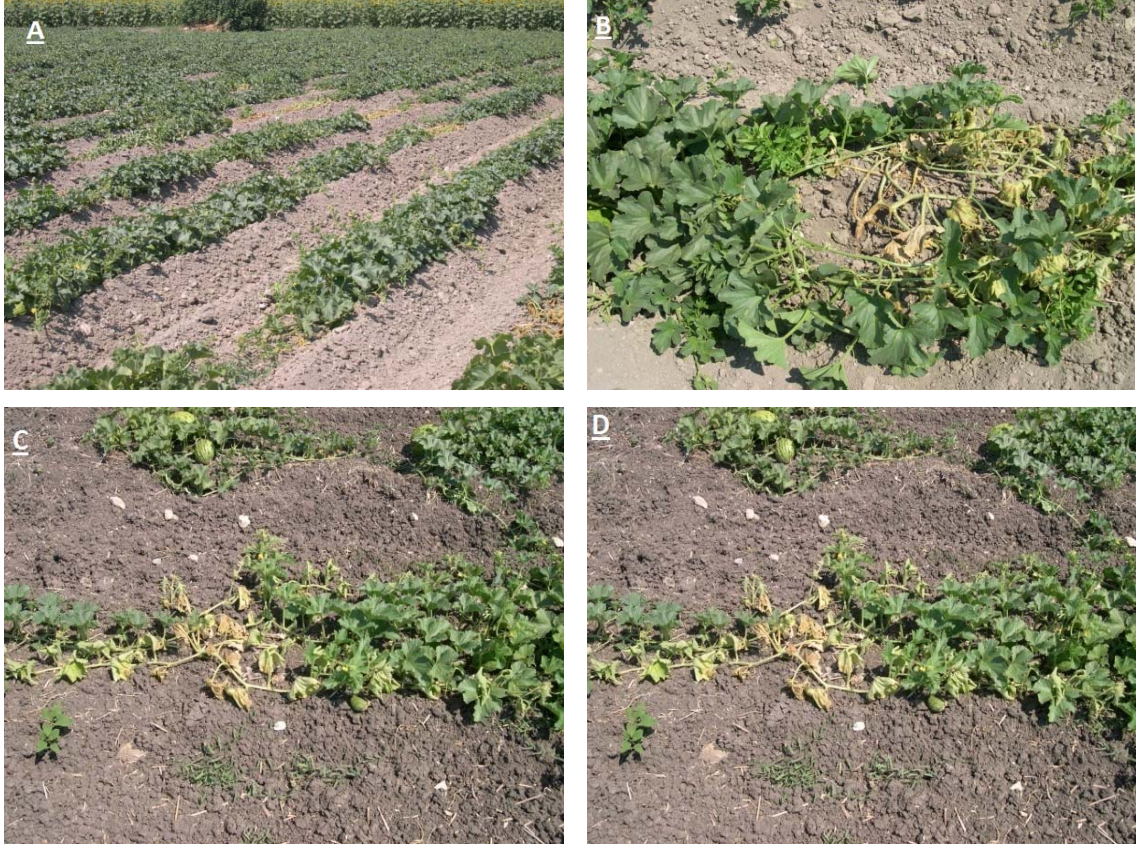
Şekil 1.1. Kavun tarlalarında <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> ile bulaşık bitkilerde solgunluk belirtileri.....	2
Şekil 3.1. Kompost materyallerinin doğal görünüşleri.....	26
Şekil 3.2. Kompost materyallerinin hazırlanmış olduğu plastik varillerin görüntüsü.....	26
Şekil 3.3. MIS (Microbial Identification System)' in genel görünümü.....	29
Şekil 4.1. Kompostlardan izole edilmiş izolatların <i>in vitro</i> koşullarda FOM' in gelişimi üzerine antagonistik potansiyellerinin ikili kültür teslemeleri ile belirlenmesi.....	41
Şekil 4.2. <i>Bacillus magaterium</i> B13 izolatının <i>in vitro</i> ikili kültür testinde FOM' e karşı antagonistik potansiyeli üzerine ön inkübasyon süresinin etkisi.....	47
Şekil 4.3. <i>Bacillus magaterium</i> B13 izolatının <i>in vitro</i> ikili kültür testinde FOM' e karşı antagonistik potansiyeli üzerine ön inkübasyon süresinin etkisi.....	50
Şekil 4.4. Aday antagonist bakteriler <i>C. Enterobacter-gergoviae</i> , <i>D. Bacillus cereus</i> , <i>E. Salmonella typhimurum</i> , <i>F. Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>G. Bacillus subtilis</i>	50

1.GİRİŞ

Kavun ülkemizde ve Hatay ilinde geniş çapta yetiştiriciliği yapılan ürünlerden birisidir. Dünyada kavun üretimi 20 milyon ton civarında yapılmakta olup, bunun 6,6 milyon tonunu Çin tek başına gerçekleştirmektedir. Ülkemiz ise yaklaşık 1,7 milyon ton üretimi ile ikinci sırada yer almakta ve dünya üretiminin % 9,4'ünü karşılamaktadır (TUİK, 2010). Dünyada ve ülkemizde kavun yetiştirilen bölgelerde üretimi sınırlayan, verim ve kaliteyi etkileyen faktörler arasında sıcaklık, yağış, toprak yapısı gibi abiyotik, viral, bakteriyel ve fungal hastalık etmenleri gibi biyotik faktörler önemli bir yer tutmaktadır. Biyotik faktörler arasında üretimi sınırlayan en önemlisi toprak kökenli patojen fungusların oluşturduğu hastalıklardır. *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f.sp. *melonis* (Leach & Currence) W.C. Snyder & H.N. Hansen'in neden olduğu kavun *Fusarium* solgunluğu, Kuzey Amerika, Hindistan, Doğu Asya, Orta Doğu ve Türkiye'de pek çok kavun üretim alanlarında ekonomik olarak önemli bir hastalıktır (Blancard ve ark., 1995; Schreuder ve ark., 2000; Yıldız, 1977). Hastalık etmeni kavunlara spesifik olan tohum ve toprak kökenli bir fungustur. Fungus misellerinin kalınlaşması ile oluşan klamidosporeler toprakta uzun süre canlılığını koruyabilir. Toprak kökenli olmakla birlikte tohum ile de taşınması mümkündür. Tohum bulaşmaları yüzeysel ya da kabuk altındaki dokularda olmakta, bu yüzden tohum embriyosu infekte olmamaktadır. Lokal bulaşmalar toprak ya da bitki kalıntılarının taşınması ile olur. Enfeksiyon özellikle yaralanan köklerden olmaktadır. Özellikle toprak ve çevre koşulları enfeksiyon ve hastalık belirtilerinin ortaya çıkması için önemlidir. Hastalık şiddeti 20-25°C toprak sıcaklıklarında en yüksek seviyeye ulaşır ve daha yüksek sıcaklıklarda bu belirgin olarak azalmaktadır. Birçok *Fusarium* solgunluğunda olduğu gibi düşük toprak sıcaklıkları patojene uygundur ve solgunluk belirtilerini hızlandırmaktadır. Yüksek azot özellikle amonyum formunda azot ve ışık, kumlu hafif asidik topraklar (pH 5 - 5,5) hastalığın gelişmesine uygundur.

Bitkiler gelişmenin her devresinde hastalıktan etkilenmesine rağmen, en yaygın kanı olgun bitkilerde ortaya çıkmasıdır. Fide halindeki bitkilerde, hipokotil çürümeleri ve çökerten olarak karşımıza çıkar. Daha ileri dönemdeki bitkilerin yaşlı yapraklarında, genel bir sararma ve bir ya da birkaç sürgünde solgunluk görülebilir. Bazı durumlarda ani bir çöküş bitkide hiç sararma olmaksızın ortaya çıkabilir. Bitkinin toprağa yakın

kısımlarında linear, nekrotik lekeler oluşabilir, bu lekeler yukarı doğru ilerler ve çoğunlukla sürgünün bir yanında görülmektedir. Hastalığın karakteristik özelliği, bir bitkideki bir sürgün solar ve çökerken diğerleri sağlıklı bir şekilde görülebilir (Şekil 1.1). Bitki gövdeleri ise uzunlamasına kesildiğinde iletim demetlerinin renk değişmesi açık olarak görülür ve bu durum teşhiste kullanılabilir.



Şekil 1.1. Kavun tarlalarında *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* ile bulaşık bitkilerde solgunluk belirtileri

Hastalık belirtileri, ilk kez 1930 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde New York'da bildirilmiş (Chupp, 1930), ancak teşhis edilmesi ve patojenisitesinin doğrulanması 1933 yılında Minnesota'da yapılmıştır (Leach, 1933). Ülkemizde bu hastalık, ilk kez 1939 yılında Bremer (1944) tarafından Manisa'da saptanmıştır. Daha sonraki çalışmalarda solgunluk hastalığının Trakya (Soran, 1975), Ege (Evcil ve Yalçın, 1977; Yıldız, 1977; Öz, 1996), Güneydoğu Anadolu (Sağır, 1988; Kurt ve ark., 2002), Doğu Akdeniz (Yücel ve ark., 1994; Tok, 2010), Orta Anadolu ve Marmara (Akdoğan,

1969; Erzurum ve ark., 1999) bölgelerinde yaygın ve ekonomik boyutlarda olduğu bildirilmiştir.

Dünyada ve ülkemizde kavun *Fusarium* solgunluğu ile mücadelede dayanıklı çeşit kullanımını sınırlayan en önemli faktör etmenin genetik varyabilitesinin yüksek olmasıdır. Bu amaçla patojenin ırklarını belirlemek için farklı zamanlarda ve coğrafik bölgelerde bazı çalışmalar yürütülmüştür. Trakya bölgesinde yapılan çalışmada, etmenin 1-2 nolu ırkı belirlenmiştir (Fantino ve Zengin, 1975). Ege bölgesinde *F. oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)'in 3 fizyolojik ırkı saptanmıştır. Bunlardan ırk 1 (eski adı ırk 2), en sık rastlanan ırk olup bunu ırk 1-2 (eski adı ırk 3) ve ırk 0 (eski adı ırk 1) izlemiştir (Yıldız, 1977). Yücel ve ark. (1994), Akdeniz Bölgesi'nde patojenin her 3 ırkının var olduğunu ve tespit edilen bu 0, 1 ve 1-2 nolu ırklarının, farklı düzeylerde dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Ege bölgesinde 9 ili kapsayan survey çalışması sonucu FOM'in 31 izolatu içerisinde en sık görülen ırkın 2 nolu ırk olduğu belirlenmiştir (Filiz ve Öz, 1996). Orta Anadolu Bölgesi'nde 5 ili kapsayan çalışmada, FOM' in 89 izolatından 49'unun ırk 1-2 olduğu saptanmıştır (Erzurum ve ark., 1999). Ülkemizde son olarak Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde kavun yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı alanlarda FOM'in 0, 1, 2 ve 1-2 nolu ırkları belirlenmiştir (Kurt ve ark. 2002; Tok, 2010). Ülkemizin kavun ekim alanlarında bu hastalığın, her yıl kademeli olarak şiddetli verim kayıplarına neden olduğu gözlenmektedir.

Artan dünya nüfusunun ihtiyacını karşılamak için ürün miktarında artışın sağlanması, öncelikle ürün kayıplarına neden olan hastalık etmenleriyle mücadele edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Toprak kökenli patojenlerle mücadelede genellikle dayanıklı çeşit ekimi, tohum ilaçlaması ve kültürel tedbirlerin alınması önerilmekle birlikte, hastalıklara karşı pek etkili sonuç alınamamaktadır.

Fusarium spp. ve diğer toprak kökenli bu fungal hastalıkların mücadelesinde Metil Bromid (MB), uzun yıllar yaygın olarak kullanılmıştır. Günümüzde MB' in çevre ve insan sağlığı açısından doğurduğu olumsuz etkiler nedeniyle ülkemizde ve dünyada kullanımdan kaldırılması, bu konuda araştırmacıları ve üreticiyi mevcut kimyasal alternatifleri daha yoğun kullanmaya yöneltmiştir. Bu patojenlerin mücadelesinde yaygın olarak kullanılan bu alternatifler, dazomet ve metam- sodyum gibi toprak fumigantlarıdır (Duniway, 2002; Yücel ve ark., 2007). Bu fumigantlar, nemli toprağa uygulandıklarında önemli bir aktif bileşik olan ve değişik toprak kökenli fungus ve

nematodların mücadelesinde etkili bir şekilde kullanılan Methyl Isothiocyanate'a (MITC) parçalanır (Saeed ve ark., 1997; Fritch ve ark., 1998). Ancak toprak fumigantlarının kullanıldığı alanlarda ortaya çıkan fitotoksisite sorunlarının yanısıra son zamanlarda sık kullanımlarından dolayı MITC'nin hızlı parçalandığı ve bunun da patojenlere olan etkinliklerinde düşüşe neden olduğu bildirilmiştir (McGovern ve ark. 1998; di Primo ve ark. 2003; Martin, 2003). Son yıllarda patojenlere karşı yoğun pestisit uygulamalarının çevreyi ve doğal dengeyi tehdit etmesi, patojenlerin bu pestisitlere karşı hızla direnç kazanmaya başlaması ve organik tarımın giderek önem kazanması, hastalıklarla mücadelede alternatif yöntemlerin araştırılmasına neden olmuştur. Hastalıklarla alternatif mücadele yollarından biri olan biyolojik mücadele, günümüzde oldukça rağbet görmekte olup birçok bitki hastalık etmenine karşı çoğunlukla fungal kökenli biyolojik preparatlar geliştirilerek başarılı bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Paulitz ve Belanger, 2001). Biyolojik preparat geliştirmenin en önemli adımlarından biri antagonistik potansiyele sahip mikroorganizmaların doğadan izolasyonu ve bunların patojen gelişimi üzerine olan etkinliğinin araştırılmasıdır.

Organik materyalin aerobik ayrışmasının son ürünü olarak ortaya çıkan kompostların pek çok bitki hastalıklarının ortaya çıkışını engellemede belirgin bir etkisinin olduğu bildirilmiştir. (Hoitink ve Fahy, 1986; Hoitink ve ark., 1993; De Ceuster ve Hoitink, 1999; Hoitink ve Boehm , 1999; Hoitink ve ark., 2001). Aynı zamanda bu kompostların bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumlu etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Raviv ve ark.,1998). Bitki hastalıklarıyla mücadelede kompost uygulamalarında farklı mekanizmaların rol oynadığı belirlenmiştir. Bu mekanizmalar besinler için rekabet, yararlı mikroorganizmalardan antibiyotik üretimi veya bitkilerde hastalığa karşı dayanıklılık genlerinin aktivasyonu gibi yöntemlerden oluşmaktadır (Hoitink ve Boehm, 1999).

Kompostlar, hammaddesine ve oluşum sürecine göre farklılık gösterir. Bitki kökleri ve mikroorganizmalar arasındaki oksijen ve azot rekabetini önlemek amacıyla kompostlar stabil olmalıdır. Kompostların baskılayıcı kapasiteleri olgunluk dereceleriyle açıkça bağlantılı olmakla birlikte fazlaca stabilize olmuş kompostlar kalite kaybına eğilimlidir (Hoitink ve Grebus, 1997). Tuzluluk oranı ve fitotoksik madde konsantrasyonu düşük ve fitopatojenik organizmalardan ari olmalıdır (Epstein, 1997; Inbar ve ark., 1993; Miller ve Metting, 1992; Raviv, 2005). Sterilizasyon, kompostların

hastalığı baskılama kapasitelerini genellikle olumsuz etkiler (Larkin ve ark., 1993; Mandelbaum ve ark., 1988; Reuveni ve ark., 2002). Bu durum, baskılamanın mikrobiyal aktivite ile ilgili olduğunu düşündürmektedir (Hoitink ve Fahy, 1986).

Toprak kökenli patojenlerin neden olduğu hastalıkları baskılamada çeşitli kompost türleri bilinmektedir (Erhart ve ark., 1999; Gorodecki ve Hadar, 1990; Hadar ve Mandelbaum, 1986; Hoitink ve ark., 1993, 1997; Kwok ve ark., 1987; Trillas-Gay ve ark., 1986). Farklı organik atıklardan elde edilen kompostlar, topraksız ortam olarak da kullanılırlar. Arıtma çamuru, belediye katı atıkları, hayvan dışkısı gibi farklı organik atıklar ile çeltik kavuzları, mısır koçanları gibi endüstri atıklarından üretilmiş topraksız ortamlardır. Bu çalışmada materyal olarak mısır slaj, endüstriyel atık olarak pirina ve pamuk küspesinin seçilmesinde, Hatay ilinin tarım alanları, toprak yapısı, iklim ve diğer doğal koşullar etkili olmuştur. TÜİK 2009 verilerine göre, ülkemiz zeytin üretiminin % 10' u Hatay ilinden karşılanmaktadır. Pamuk üretimi Türkiye üretiminin % 12.8' ini oluşturmakta ve mısır üretiminde Türkiye 9.su olarak yer almaktadır (Anonim, 2012). Slaj, yeşil yemlerin vejetatif dönemlerinin ekşitilerek saklanması olarak tanımlanmaktadır. Mısır slajı ise danelerin hamur olum dönemine ulaştığı evredir. Mısır hamur olumu dönemine ulaştığında, hasadı yapılır ve biçilen mısırlar koçanı ve vejetatif aksamıyla birlikte slaj makinesine atılır. Slajlık mısır makinede ince ince kıyılıp slaj çukuruna döküldükten sonra traktörle dağıtılıp silo içinde hava bırakmamaya özen gösterilerek sıkıştırılır. Silo doldurulup iyice sıkıştırıldıktan sonra, materyalin hava ile temasının kesilmesi için silo naylon ile örtülür. Pamuk küspesi pamuk çekirdeğinde bulunan ham yağlar alındıktan sonra presleme yöntemiyle elde edilmektedir. Endüstriyel atık olarak bilinen pirina ise, zeytinyağı fabrikalarının bir atığı olup Akdeniz ülkelerinde görülen önemli bir biyokütle çeşididir. Yağı kalmayan pirina tam bir posadır. Bu posa, ya doğrudan işyerinin ocağında yakıt olur ya da silindir biçiminde preslenerek kurutulur (pelet) ve ticari olarak kullanılır. İki kilo pirina posasının, bir kilo fueloile eş değerde kalorisi vardır. Ayrıca, pelet külleri de, yüksek oranda potasyum oksit taşıdıkları için, gübre olarak da kullanılabilir.

Kompost ve torf gibi organik materyallerin kullanımına ilaveten hayvan gübresi ve yeşil gübre, tarımda hem geleneksel hem de biyolojik sistemlerde toprak yapısı ve verimliliğin sağlanması (Magid ve ark.,2001; Conklin ve ark.,2002; Cavigelli ve Thien,2003) ve toprak kökenli patojenlerin neden olduğu hastalıkların azaltılması

açısından önerilmektedir (Litterick ve ark.,2004; Noble ve Coventry, 2005). Hayvan gübresinin tek başına kullanımına ilaveten bir ortam bileşeni olarak kullanımı da önemlidir. Çünkü her iki kompost, farklı mikroorganizma populasyonları içerir ve kompost oluşum sürecini hızlandırdıklarından değerlidirler. Baskılayıcı etmenler, kompostlama aşamasında kompost yığınlarını istila eden mikrobiyal populasyonların kompleksidir.

Fusarium türlerinin kompostlar tarafından baskılanması birçok çalışmada ele alınmış ve çoğunlukla bir alt türüne odaklanılmıştır (Chef ve ark., 1983; Cheuk ve ark., 2005; Kannagara ve ark., 2000; Raviv ve ark., 2005; Reuveni ve ark., 2002). Heterojen bitki artıklarından elde edilen kompostların hastalıklara neden olan bitki patojenlerinden *Pythium* (Mandelbaum ve Hadar , 1990; Pascual ve ark., 2000) , *Phytophthora* (Hoitink ve Boehm , 1999; Widmer ve ark., 1999), *Rhizoctonia* (Tuite ve ark., 1998) ve *Fusarium* (Suarez-Estrella ve ark., 2001) türlerini engellemede önemli sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Bu anlamda, kompost yüzeylerinde bulunan *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., ve diğer bakteriyel cinsler kadar *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp.,*Gliocladium virens* ve diğer funguslar biyolojik savaş etmenleri olarak belirlenmiştir (Chung ve Hoitink, 1990; Gorodecki ve Hadar, 1990; Phae ve ark., 1990; Hadar ve Gorodecki, 1991; Hardy ve Sivasithamparam, 1991; Hoitink ve ark., 1993, 1997).

Bu çalışmada çeşitli kompost materyallerinin tekli ve karışımlarından izole edilen fungus ve bakterilerin kavunda *Fusarium* solgunluğuna neden olan *F. oxysporum* f. sp. *melonis*' e karşı antagonistik etkileri *in vitro* koşullarda araştırılmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Lumsden ve ark. (1983), kanalizasyon kompostunun birçok toprak kökenli patojenler ve bunların sebep olduğu hastalıklara karşı etkisini serada test etmişlerdir. Toprağa % 10 oranında kompost karıştırılmasıyla bezelye köklerinde *Aphanomyces* çürüklüğü, fasulye, pamuk ve turp köklerinde *Rhizoctonia* çürüklüğü, marulda *Sclerotinia*, hıyarda *Fusarium* solgunluğu ve biberde *Phytophthora* kök boğazı çürüklüğü gibi hastalıkların önemli miktarda azaldığını öte yandan diğer hastalıklardan, bezelye ve fasulyede çökertene neden olan *Pythium*, fasulyede *Fusarium* kök çürüklüğü ve fasulye ile pamukta *Thielaviopsis* kök çürüklüğü ya hiç etkilenmemiştir ya da kompost uygulamasıyla arttığını bildirmişlerdir. *Pythium* ve *Rhizoctonia* türleri tarafından oluşturulan hastalıkların toprağa kompost uygulanması ve dikim arasındaki zamanın artışıyla arttığını gözlemlemişlerdir. *S.minor*, *R.solani* ve *Pythium* spp. nin canlılığının kompost ile azaltılmadığını fakat bu patojenlerin topraktaki aktiviteleri toprağa kompost ilavesi ile uyarılan mikrobiyal aktivitenin artışından etkilenmiş olabileceğini düşünmektedirler.

Lemanceau ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada sebze ve çiçek seralarında topraksız kültürde, *Fusarium* hastalıklarının ağır hasarlara neden olabileceğini, bu yetiştirme koşulları altında, seçilmiş floresan *Pseudomonas* veya patojen olmayan *Fusarium oxysporum* izolatları ile biyolojik mücadelenin sağlanabileceğini bildirmişlerdir. Floresan *Pseudomonas*' ın 74 izolatının ketenlerde *Fusarium* solgunluk oranını azaltma yeteneği her birini tek başına veya patojen olmayan *Fusarium oxysporum* (Fo47) izolatı ile birlikte uygulanarak test edilmiştir. Hastalık şiddetinin üzerinde bakterilerin kendi başlarına ya da Fo47 ile birlikte etkisine dayalı dört sınıf oluşturulmuştur. İzolatların çoğunun bitkilerde solgunluk oranını değiştirmediğini ancak, bunların % 10,8' i tek başına hiçbir etkiye sahip olmamasına rağmen, önemli ölçüde kontrol sağlaması Fo47' e dayandırılmıştır. Bakteriyel izolatlardan (C7) diğer denemeler için seçilmiştir. Ticari-tip koşullar altında yapılan iki denemede patojen olmayan *Fusarium* izolatı Fo47 ile bakteriyel izolat C7' nin birlikte domateste kök çürüklüğünün kontrolünde etki gösterdiği belirlenmiş olup, her bir antagonistik mikroorganizmanın tek başına etki göstermediğini, verimleri sağlıklı kontrol grubu ile

karşılaştırıldığında korunmuş parsellerde önemli ölçüde farklılık görülmediğini bildirmişlerdir.

Minuto ve ark. (1997), fesleğen bitkisinde *Fusarium* solgunluğuna neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici*' nin kontrolünde antagonistik yeteneğe sahip *Fusarium* türleri, 1994-1996 yılları arsında sera koşullarında test edilmiştir. *Fusarium oxysporum*' un antagonistik izolatı 251/2, protoplast füzyonu kaynaklı FI-11 kodlu hibrid ve *F.moniliforme* TF4 ve TF4 RB izolatlarının *Fusarium* solgunluk oranını önemli derecede azaltabildiğini bildirmişlerdir. Biyolojik mücadele, özellikle antagonistler substrat içerisinde propagüllerin talk ile karıştırılıp (10^5 hücre/ml substratta) ekimden 1- 2 hafta önce veya ekim esnasında uygulandığında başarılı olmuştur. Tohum kaplama ile biyolojik mücadele izolatları (10^8 hücre/ml tohumda) genellikle yeterli düzeyde hastalığı kontrol altına almamıştır, substrat uygulaması ve tohum kaplama kombinasyonu ise tek başına substrat uygulaması ile karşılaştırıldığında solgunluğu kontrol altına alamadığını bildirmişlerdir. Antagonistik *Fusarium oxysporum* izolatları ve *Streptomyces griseoviridis*' in antagonistik izolatı K61' i içeren iki ticari formülasyonun uygulandığı dozlarda genellikle yeterince etkili olmadığı belirlenmiştir.

Heerden ve ark. (2002), turuncgil atığına kalsiyum hidroksit ilave edilerek C/N oranı 24: 1, pH' sı 6.3 ve % 60 nem içeriği olacak şekilde kompostlama yapılmıştır. Düzenli olarak yığın karıştırılmış, termik faz 60- 70 gün sürdürülerek kompostlama işlemi 3 ay sonra tamamlanmıştır. Kompostın hava kapasitesi % 14, su tutma kapasitesi 590 ml l^{-1} , yığın yoğunluğu 1.05 g cm^{-3} ve iletkenlik 480 mS m^{-1} olmuştur. Fosfür içeriği (mg l^{-1}) 15, potasyum 1170, kalsiyum 362, magnezyum 121, sodyum 32, klor 143, bor 0.31 ve suda çözülebilir azot ve organik madde sırasıyla 126 ve 4788 olmuştur. Kuru ağırlığın % 8.85' i karbon, % 1.26' sı azot ve C/N oranı 7 olmuştur. Olgun kompost kabul edilebilir miktarda olacak şekilde fitotoksisite düzeyi göstermiştir. ham turuncgil atığında mezofilik mayaların kolonisi ağırlıklı olmuştur. Termik faz aşamasında ortaya çıkan termofilik mikroorganizmalar genellikle *Bacillus licheniformis*, *B. macerans* ve *B. stearothermophilus*' tan oluşan bakteriyel türler ve daha az oranda *Absidia corymbifera*, *Aspergillus fumigatus*, *Emericella nidulans*, *Penicillium diversum*, *Paecilomyces variotii*, *Rhizomucor pusillus*, *Talaromyces thermophilus* ve *Thermomyces lanuginosus* gibi fungal türlerden oluşmuştur. Son

aşamada *Bacillus licheniformis*, *B. macerans*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. luteola* ve *Serratia marcescens* olurken en sık izole edilen türlerin *Aspergillus puniceus*, *A. ustus*, *E. nidulans*, *Paecilomyces*, *T. lanuginosus* olduğu bildirilmiştir.

Reuveni ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada sığır gübresi, tavuk gübresi ve buğday samanının karıştırılmasıyla elde ettikleri kompostun içinde veya bataklık yosununda reyhan fideleri yetiştirmişlerdir. Bitkilerin kökleri dikimden önce kesilmiştir ve distile suyla çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan *Fusarium* mikrokonidi süspansiyonu ile muamele edilmiştir. Patojenle karıştırılan fideler, aynı substratlarla doldurulan saksılara dikilmiştir. İlk solgunluk belirtisinin 1 hafta sonra ortaya çıktığını belirlemişlerdir. 2- 3 hafta daha görsel kontrollere devam etmişlerdir. Bu süre zarfında da inokule edilmiş bitkilerde ölüm veya bodurluk gözlemlemişlerdir. Bu periyodun sonunda toprak üstü bitki kısımları hasat edilmiş ve tartılmıştır. Test edilen kompost, yosun turbasında büyüyen bitkilere göre *Fusarium basilici*' ye karşı koruma sağlamış ve *Fusarium* belirtilerinin şiddetini azaltmıştır. Kompostlarda büyüyen bitkilerde dölleme olmazken turbada büyüyen bitkilerde dölleme olduğunu gözlemlemişlerdir. Kompostun otoklav edilmesi *Fusarium*' a karşı baskılayıcı etkisini yok etmiştir. *Fusarium* ile tekrar inokulasyonun yapılmadığı durumlarda otoklav edilmiş yosun turbası tarafından bitki gelişiminin teşvik edildiğini, ancak yosun turbasında patojenin varlığından dolayı bu turbanın komposta göre eksiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bora ve ark. (2004), *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*' in kavunlarda neden olduğu *Fusarium* solgunluğunun baskılanmasında *Pseudomonas putida*' nın iki farklı izolatının ayrı ayrı veya birlikte hazırlanan talk bazlı formülasyonlarının etkinliğini iki yıl boyunca *in vivo* koşullarda araştırmışlardır. 2001 ve 2002 yıllarında yapılan tarla denemelerinde bakteriyel izolatlarla hazırlanan formülasyonlar kavun tohumlarına uygulanmış ve ekimden doksan gün sonra yapılan incelemelerde *P. putida* izolat 30 kontrol uygulamasına göre % 63 etkili olurken, *P. putida* izolat 180 % 46-50 oranlarında etkili olmuştur. Bakteri izolatlarının ayrı ayrı formülasyonları ile yapılan uygulamalardan daha etkili olmuştur. Denemelerde her iki yıl verilerine göre biyofarmülasyon uygulamaları hastalık şiddetinin azaltılmasında referans kimyasal olarak kullanılan benomyl' den daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Landa ve ark. (2004), *Pseudomonas fluorescens* RGAF 19, *P. fluorescens* RG26, *Bacillus megaterium* RGAF 51 ve *Paenibacillus macerans* RGAF 101 bakterileri ile toprak ve tohum uygulamalarının nohutlarda *Fusarium* solgunluğunu baskılayabildiğini fakat bu kök bakterileri tarafından hastalık baskılanmasının boyutunun toprak sıcaklığına bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışma bitki-kök bakterisi interaksyonu üzerine sıcaklığın etkisi, nohutlarda *Fusarium* solgunluğunun baskılanmasında kök bakterilerinin biyolojik savaş potansiyelleri ile ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Tohum ve toprak uygulamalarında kök bakterileri tohum çimlenmesini geciktirmişlerdir, sonraki aşamada ise bitki gelişimini ya arttırmış ya da herhangi bir olumsuz etkiye neden olmamışlardır. *Pseudomonas fluorescens* izolatları 20 °C’ de sürgün kuru ağırlığını, 25-30 °C’ de ise kök kuru ağırlığını önemli düzeyde arttırmıştır. Tüm bakteriyel izolatlar 20 °C, 25°C ve 30 °C’ de nohut bitkisinin rizosferi ve gövde içi dokularda kolonize olmuştur. Bu sonuçlar, sıcaklık artışı ile rizosferdeki bakteriyel kolonizasyon arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* izolat 5’ in konidial çimlenme ve miselyal gelişmesinin maksimum engellenmesi, bakteriyel gelişme ve inhibitör bileşiklerin üretimi için gerekli olan optimum sıcaklık değerlerinde gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bitki hastalıklarının baskılanması için son derece önemli olan kök bakterilerinin biyolojik savaş aktiviteleri üzerine çevresel faktörlerin etkisinin araştırılmasına ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir.

Tamietti ve ark. (2006), beş yıl süresince toprak solarizasyonu ve yarı solarizasyon ya tek başına ya da kalsiyum cyanamide ilavesiyle veya patojen olmayan *Fusarium oxysporum*’ un baskılayıcı izolatının kombinasyonu ile *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (*Fom*)’ in kontrolünde ekolojik ve alternatif yöntemler geliştirilmek üzere araştırılmıştır. Kontrol ile karşılaştırıldığında, solarizasyon ve yarı solarizasyonda ortalama toprak sıcaklığı 25cm derinlikte sırasıyla 8.6- 12.6 ve 12.6- 16.3 °C olarak artmıştır. Solarizasyonda toplam fungal popülasyonu 25 cm derinlikte % 57.8- 96.0, 5 cm derinlikte % 97.0- 99.7 olarak azalmıştır. Yerli *Fusarium* türlerinin popülasyonları, $2-7 \times 10^3$ ‘ ten 0-25’ e kadar hücre/g toprak gram başına azalmıştır. Steril topraktaki *Fom* popülasyonu solarizasyonla beş çalışmanın dördünde 5cm derinlikteki örneklerde $3.8-60 \times 10^5$ hücre/g⁻¹’ dan 0- 60 hücre/g⁻¹’ e, 15 ve 25cm derinliklerde 0- 90 hücre/g⁻¹’ e düşürülmüştür. Bazı denemelerde yarı solarizasyonun toplam fungus, *Fusarium* türleri

ve *Fom* populasyonlarına zararlı etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Solarizasyonla beş denemenin üçünde *Fusarium* solgunluğu % 82- 90 oranında azaltılmıştır. Bir denemede solgunluk % 43.5 olarak azaltılmış bir diğer denemede azalma olmamıştır, bunun sebebinin ise uygulama sırasında havanın yağışlı olması olabileceği düşünülmektedir. Toprağa kalsiyum cyanamide (80 g m⁻²) ilavesi ile toprak solarizasyonunun verimliliğinin artmadığı bildirilmiştir.

Yogev ve ark. (2006), çeşitli sebzelerin topraksız ortamlarında bileşen olarak kullanılabilecek olan bitki kalıntılarından oluşturulan üç kompostun, *Fusarium oxysporum*' un dört farklı alt türüne (*melonis*, *basilici*, *radicis-lycopersici* ve *radicis-cucumerinum*) karşı baskılayıcı yeteneğinin olduğunu gözlemlemişlerdir. Kompostlar saf inek gübresi (SCM) ile soyulmuş portakal kabuğu (OP), saf inek gübresi (SCM) ile buğday samanı (WS), saf inek gübresi ile sezon sonu seradan kaldırılmış, kurumuş domates bitkileri (TP) olarak kontrollü koşullarda hazırlanmıştır. Bu üç kompostta yetiştirilen kavun, domates ve hıyar fidelerindeki hastalık gelişiminin, turbadakine göre önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Kültürde üretilmiş konidiler ile bitki inokulasyonu yapılmış veya doğal olarak enfekte olmuş saplardan konidiler elde ederek inokulasyonlar gerçekleştirmişlerdir. Toprak inokulumunu ise toprağın enfekteli dokularla zenginleştirilmesiyle oluşturmuşlardır. TP-SCM ve OP-SCM kompostlarında üretilen kavun bitkilerinde köklerde ve gövdelerde patojen kolonizasyonunun, turbada yetiştirilen bitkilere göre oldukça düşük olduğunu belirlemişlerdir. TP-SCM ve OP-SCM kompostlarının gama ışınları ile sterilizasyonu, bu kompostların baskılayıcı yeteneklerinin düşmesine neden olduğunu ancak, turbadaki hastalık gelişimini ve hastalık bulunma oranını etkilemediğini bildirmişlerdir. Kontrol turbasının oranı ile karşılaştırıldığında kompostlardaki test edilen alt türlerin konidi oranlarında farklı düşüşler sergilendiğini böylece, farklı patojenleri baskılamada farklı mekanizmaların olabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışma *Fusarium oxysporum*' un alt türlerinin neden olduğu hastalıkları baskılamada bitkisel atık kompostlarının kullanılabileceğini göstermiştir.

Chang ve ark. (2007), *Bacillus cereus* QQ308' in karides ve yengeç kabuğu tozunu içeren deniz atıklarından üretilmiş besi yerinde kitinaz, kitosanaz ve protaz içeren antifungal hidrolitik enzimler ürettiğini bildirmişlerdir. Bitki patojeni funguslardan *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Pythium ultimum*' un QQ308

kültür supernatantı varlığından önemli ölçüde etkilendiğini, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Pythium ultimum*' un çim tüpü uzaması ve spor çimlenmesini engellediği bildirilmiştir. Fungal kültürün gelişiminde kademeli olarak düşüş olmuştur. QQ308' in antifungal etkisinin yanı sıra, Çin lahanalarının gelişimini arttırdığını bildirmişlerdir. Bu özellikleri bilinen *Bacillus cereus* türleri arasında bir benzeri bulunmamıştır. Bu çalışmada, *Bacillus cereus* tarafından üretilen bileşiklerin Çin lahanalarının gelişimini arttırması ve antifungal özellik göstermesi ilk kez bildirilmiştir.

Idris ve ark. (2007), *Fusarium oxysporum* Schlechtend' in neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğünün Etyopya ve diğer Doğu Afrika ülkelerinde sorgum da dahil olmak üzere çeşitli ürünlerde verim düşüklüğüne neden olduğunu bildirmişlerdir. 78 bakteriyel izolat, sera ve *in vitro* denemelerde kullanılmıştır. Bu izolatın 23 tanesi *Fusarium oxysporum*' un miselyal gelişimini, % 30-66.3 arasında *in vitro* da engellediği ve sorgum fideleri üzerinde önemli kök kolonizasyonu yeteneği olduğunu belirlemişlerdir. Bu izolatlar daha sonra serada *Fusarium oxysporum*' a karşı biyokontrol yeteneği açısından denemeye alınmıştır. KBE5-7, KBE5-1, KBE2-5 ve NAE5-5 olarak belirtilen dört izolat, hastalığı % 100 oranında baskılayabildiğini ve kontrol ile karşılaştırıldığında kök ve kök boğazı çürüklüğü belirtilerinin gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Bu izolatlar tarafından *Fusarium oxysporum*' un baskılandığı kök kaplama ile doğrulanmıştır. Etkili izolatlar, API sistemi ile *Bacillus* cinslerini içeren *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. circulans*, *B. licheniformis* ve *B. stearothermophilus* üyeleri olarak tespit edilmiştir. Diğer iki izolat, sorghum rizosferinde kolonize olan ve hastalığı % 70' ten fazla baskılayan, *Chromobacterium violaceum* olarak saptanmıştır. Bu çalışmada rizobakteriyel izolatların biyolojik savaş etkisi gösterdiği test edilmiştir, böylece Etyopya ve diğer ülkelerde sorgumda toprak kökenli hastalıkların kontrolünde rizobakterilerin uygulanmasının olabileceğini belirtmişlerdir.

L'Haridon ve ark. (2007), tarafından yapılan çalışmanın amacı *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' in mutanlığı olan patojen olmayan rev157' nin biyolojik savaş kapasitesini değerlendirmektir. Virü lent izolat ile mutant rev157 birlikte kavun bitkisine inokule edildiğinde; mutant rev157' nin bitkiyi Fom24' ün enfeksiyonundan koruyamadığını, konukçusu olmayan ketene uygulandığında, ketenin spesifik patojeni olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini*' ye karşı koruyamadığını aksine, Fom24' ün keteni

bir biyokontrol izolatı gibi (Fo47) koruduğunu bildirmişlerdir. Mutant rev157' nin ne *in vitro* da gelişimi ne de köklerde penetrasyon kapasitesi olmadığından mutasyonun bitki içindeki interaksiyonlardan sorumlu olan özellikleri etkilediği iddia edilebileceğini bildirmişlerdir.

Suarez-Estrella ve ark. (2007), birkaç kompost gruplarından elde edilen antagonistik bakteri ve fungusların FOM' e karşı engelleme ve baskılama yeteneğini *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırmışlardır. Biyo kontrol ajanların izolasyonunda olgun kompost ve kompostlama sürecinde ham maddelerine ilaveten havalandırma koşullarının etkilerini analiz etmişlerdir. Olgunlaşma fazları farklı kompost örneklerinden 245 bakteri, 73 actinomycetes ve 175 fungus olarak toplam 493 izolat elde etmişlerdir. İlk toprak seyreltmesinde, 179 izolatin FOM' un gelişmesini inhibe ettiğini tespit etmişlerdir. Seçilen 179 türden hücre içermeyen ekstrakt hazırlanmış, konsantre etmişlerdir. Bu işlemde sonra 10 fungusun antagonistik olduğunu ve onların FOM' un gelişimini engellediğini bildirmişlerdir. Seçilen fungusların kavun *Fusarium* solgunluğu üzerindeki etkilerini sera koşulları altında araştırmışlardır. Biyo kontrol ajanların izolasyonu için kompostlama sürecinde optimum havalandırmanın önemli olduğunu bildirmişlerdir. İzole edilmiş fungusların çoğunu *Aspergillus* türlerinin oluşturduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak bunlar, FOM' e karşı potansiyel biyolojik savaş etmenleri olarak kabul etmişlerdir.

Yiğit ve ark. (2007), domateste *Fusarium* kök boğazı ve kök çürüklüğü hastalığını patojen olmayan *Fusarium* türleri ile kontrol etmek amacıyla farklı buğdaygil türleri ve domates bitkilerinin rizosferlerinden izole edilen 40 farklı patojen olmayan *Fusarium* izolatlarını saksı denemesi şeklinde test etmişlerdir. Perlit-kepek ortamında yetiştirilen patojen saksı toprağına 1/19 oranında bulaştırılmıştır. İnokulasyondan iki gün sonra domates fidelerinin kökleri her bir antagonistin spor solüsyonu içine (yaklaşık 10^8 hücre/ml) daldırılarak bulaşık saksı toprağına dikilmiştir. 10 hafta sonra yapılan değerlendirmede D18, G39, G5, D8, D23, D25 ve D38 izolatlarının hastalığı diğerlerine göre daha iyi kontrol ettiğini, test edilen izolatlardan D8, G5, G39 ve D18' in hastalığı, sırasıyla %34.6, 46.4, 64.2, 69.6 oranında kontrol altına aldığını bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre farklı konukçulardan izole edilen antagonistlerin domateste biyolojik savaş etmeni olarak kullanılabileceğini göstermektedir. *In vitro* koşullarında denemeye alınan etmenler patojene karşı etkin antagonistik etki göstermemiş olması

nedeniyle etki mekanizmasının konukçu dayanıklılığının uyarılması ve rekabetten kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Bernal-Vicente ve ark. (2008), kavun fidelerinin yetiştirildiği seralarda fide dikim yatağında turba yerine kullanılabilecek iki farklı turunçgil kompostu ve bunların sulu ekstraktlarını araştırmışlardır. Her iki kompostun turbaya göre daha yüksek bitki gelişimini sağladığını bildirmişlerdir. Turunçgil artığından ve yeşil kalıntılardan (C2) oluşan kompostların yukarıda adı geçen organik matrislere turunçgil endüstrisinden oluşan çamurlarının (C1) ilavesiyle elde edilen kompostlara göre bitki gelişiminde daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. C2 kompostlarının C1' e göre daha fazla oksin etkisi gösterdiğini ve C2' nin tek başına sitokinik etki gösterdiğini, her iki kompostun da FOM' e karşı biyolojik savaş etkisi gösterdiğini, bu etkinin de C2' de C1' den daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Kompostlar arasında farklı bakteriyel biyolojik savaş etkinliğini gözlemlemediklerini belirtmişlerdir. Kompostların sulu ekstraktlarının katı matrislere göre bitki verimine etkilerinin daha düşük olduğunu, bunların oransal etkilerinin katı kompostlara benzerlik gösterdiğini, (C2 ekstraktının C1 ekstraktına göre daha yüksek bitki verimi sağladığını) su ekstraktlarının biyolojik savaş etkilerinin de aynı eğilimde olduklarını bildirmişlerdir.

Markakis ve ark. (2008), bu çalışmada yedi farklı kompostun kavun bitkisinde FOM' e ve patlıcan bitkisinde *Verticillium dahliae*' e karşı baskılayıcı yeteneğinin olduğunu ve rhizobakterium *Paenibacillus alvei* K165 (*V.dahliae*' e karşı aktivitesiyle kanıtlanmıştır) 'in bitki büyümeyi teşvik ettiğini test etmişlerdir. Bütün deneyler K165' in patojenlere karşı baskılayıcı etkisinin olduğunu göstermiştir. Aksine kompostların patojenlere karşı dar bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir. FOM' e karşı bir ve *V. dahliae*' ye karşı iki kompostun etkili olduğunu belirlemişlerdir. İlaveten çeşitli kompost örneklerinin ve K165 *Arabidopsis thaliana*-*V. dahliae* veya *A. thaliana*' nın FOM model sistemlerinde dayanıklılığı teşvik etmesini araştırmışlardır. Üç kompostun ve K165' in *V. dahliae*' ye karşı etkili olduğunu, K165 ve bir kompostun da FOM' e karşı etkili olduğunu bildirmişlerdir. Hastalık şiddetinin azaltılmasında kompostların, K165 ile takviyesinin önemli olduğunu, tek başına kompost uygulamasının bitkileri korumada yeterli olmadığını bildirmişlerdir.

Santos ve ark. (2008), üzüm posası kompostundan yaptıkları mikrobiyolojik analizler sonucunda çok sayıda mikroorganizma elde etmişlerdir. Bu

mikroorganizmaların % 31' nin mezofilik ve % 28' nin termofilik bakteri, % 16' sinin mezofilik actinomycetes ve % 20' sinin termofilik actinomycetes olduğunu belirlemişlerdir. Sadece % 4 ve % 1 oranında sırasıyla birkaç küf ve maya elde etmişlerdir. Üzüm posası kompostundan izole edilen 432 antagonist mikroorganizmayla *in vitro* denemeleri gerçekleştirmişlerdir. Son derece etkili antagonistlerin denemede kullanılan tüm fungal patojenlere karşı *in vitro* koşullarda çok etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bunlardan 7' si, turplarda *Rhizoctonia solani*, kavunda *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum*, domateste *Phytophthora parasitica* ve hıyarda *Pythium aphanidermatum*' a karşı biyoetkinlik çalışmalarında kullanılmak üzere seçilmiştir. Elde edilen bulgular üzüm posası kompostunun *Pythium*' un şiddetini azalttığını fakat domates kök çürüklük etmeni *Phytophthora*, kavunda *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis cucumerinum* ve turplarda *Rhizoctonia solani*' nin şiddetini azaltmadığını göstermiştir. Ayrıca, kompost veya üzüm posası kompostundan seçilen mikroorganizmalarla takviye edilen vermikulit ile daha iyi bir baskılayıcı etki gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Yangui ve ark. (2008), çökertene neden olan toprak kökenli iki fungus *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium solani*' ye karşı zeytin fabrikası atık suyu (OMW) ve bazı bakteriyel türlerin etkisi *in vitro* ve *in vivo* koşullarda denenmiştir. OMW ve polifenollerin *R. solani*' ye karşı yüksek seviyede antifungal aktivite gösterdiğini belirlemişlerdir. Bununla beraber *F. solani*, daha dayanıklı olmuş ve sadece yüksek dozda (%2) miselyal gelişimi engellediğini bildirmişlerdir. Saksı denemelerinde kontrol ile karşılaştırıldığında su ile muamele edilmiş toprak, farklı dozlar (%5, %1 ve % 2) ile domates bitkilerinde çökerten belirtilerini önemli oranda azaltılmıştır. OMW' den izole edilen dokuz bakteriyel izolat, iki fungusa karşı antagonistik etki sergilemiştir. Gene dayalı 16S rRNA dizi analizine göre dört izolatın *Bacillus subtilis*' in bilinen dizisine göre % 99.2 oranında, üç izolatın *Bacillus* cinsine düşük oranda (%96.5-94.3) benzerlik gösterdiği, iki izolatın *Burkholderi caryophylli* ve *Pseudomonas fluorescens* (%98.2-99.6 benzerlik) ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu bakteriler arasında B1 izolatının iki toprak kökenli patojene karşı *in vitro* ve saksı denemelerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada kontrollü koşullarda OMW' nin toprağa uygulandığında *R. solani* ve *F. solani*' ye karşı hastalığı önemli derecede baskıladığı ortaya konmuştur.

Abeyasinghe (2009), antagonistik olmayan, kök-kolonize eden bakteriyel izolatların ve patojen olmayan *Fusarium oxysporum* izolatlarının her biri tek başlarına ve birlikte biyolojik savaş etmenleri olarak değerlendirmiştir. Patojen olmayan *Fusarium oxysporum*' un iki izolatu *Fusarium* kök ve sap çürüklüğü şiddetini, patojen inokule edilmiş kontrol bitkilerine göre önemli derecede azalttığını bildirmiştir. Bakteriyel izolatlar tek başlarına uygulandığında hıyar bitkilerini *Fusarium* çürüklüğünden koruyamamıştır, fakat bu bakteriyel izolatlar patojen olmayan *Fusarium oxysporum* izolatları ile uygulandığında önemli derecede koruyucu etki gösterdiğini belirlemiştir. Patojen olmayan *Fusarium oxysporum* izolatlarından her biri tek başlarına uygulandığında hıyar bitkisini koruyamazken, bakteriyel izolat ile birlikte uygulamaya koyulduğunda biyolojik savaş etmeni olabileceğini bildirmiştir. Tohum bakterizasyonu bakterisiz kontrollere göre kök gelişimini önemli derecede uyararak bitki gelişiminde pozitif etkili olduğunu bildirmiştir. Aşırı demir ilavesi bakterilerin bitki koruma yeteneğini etkilememiş olması siderofor aracılı demir rekabetinin olmadığını göstermiştir. Bu veriler bu sistemde iki biyolojik savaş etmeninin kombine kullanımının önemini kanıtlamıştır.

De Cal ve ark. (2009), kavunda FOM ve FON' un neden olduğu solgunluğu baskılamada, *Penicillium oxalicum*' un farklı gelişme koşulları altında biyolojik mücadele potansiyelini test etmişlerdir. Tarla denemeleri ve büyüme odalarındaki FOM ile enfekteli kavun bitkilerinde azalmalar görülmüştür. Sera denemelerinde FOM' un neden olduğu *Fusarium* solgunluğunu azaltmak için *P. oxalicum* ve dazometin birlikte uygulanması gerekli olmuştur. Karpuz FON için, *P. oxalicum*' un yalnız uygulamasında büyüme odasında % 58 ve sera denemesinde % 54 oranında hastalıklı alanları azaltılabilmektedir. Bu sonuçlardan *P. oxalicum*' un kavun ve karpuz bitkilerinde *Fusarium* solgunluğunu kontrolünde etkili olabileceği düşünülmüştür.

Kotan ve ark. (2009), toplam 17 Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR; bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler) izolatının 8 farklı türünün (*Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus macerans* ve *Flavobacter balastinium*) patates kuru çürüklüğüne neden olan *Fusarium sambucinum*, *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium culmorum*' a karşı antifungal etkilerini *in vitro* ve *in vivo* koşullarda denenmişlerdir. Tüm PGPR izolatların, petride en az 1 veya daha çok türün

gelişimine karşı engelleyici etki gösterdiğini, *B.cepacia* izolatu OSU-7' nin 35.33-47.37 mm arasında değişen engelleme oranı ile en güçlü antagonistik etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Tüm PGPR izolatları, depo koşullarında Agria ve Granola patates çeşitlerinin yumrularında denenmiştir. Sadece *B.cepacia* ırkı OSU-7' nin iki patates çeşidi üzerinde 3 farklı fungusun neden olduğu patates kuru çürüklüğünün kontrolünde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Uygulamalar, negatif kontrol ile karşılaştırıldığında çürüklük çapları arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışma *B.cepacia*' nin depo koşullarında patateslerde *Fusarium* kuru çürüklüğünde (*F.oxysporum* ve *F.culmorum*) biyolojik savaş etmeni olarak kullanılabilecek yüksek bir potansiyeli olduğunu gösteren ilk çalışmadır.

Shapiro-Ilan ve ark. (2009), *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* spp.' nin bakteriyel metabolitlerinin şeftalide fungal patojen *Monilia fructicola* ve pikanda fungal veya oomycet patojen olan *Glomerella cingulata*, *Phomopsis* sp., *Phytophthora cactorum* ve *Fusicladosporium effusum* üzerine baskılama yeteneğini tespit etmişlerdir. İlk *in vitro* denemede bakteriyel hücre sayımına dayalı ilk karşılaştırma yapıldığında bitki patojenleri, *X. bovienii* (SN) metabolitleri ile yüksek oranda *Xenorhabdus* sp. (355) ile *Photorhabdus luminescens* (Hb) en düşük ve *Xenorhabdus nematophila* ile orta düzeyde baskılanabilmiştir. İkinci *in vitro* denemesinde 50 mg/ml aseton içerisinde metabolitler karşılaştırıldığında; *P. luminescens* (VS), *P. luminescens* (Hb), *Photorhabdus* sp.(MX4), *X. bovienii* (SN) ve *Xenorhabdus* sp. (3-8b)' den daha iyi baskılama etkisi göstermiştir. *In vivo* testlerde, sadece hafif fitotoksisite ile koparılmış pikan yapraklarında, *P. cactorum* lezyonlarının % 90-100 baskılanmasına % 6 veya 12 seyreltilen *X. bovienii* (SN) veya *P. luminescens* (Hb) metabolitlere neden olmuştur. Hiç fitotoksik etki olmadan % 25 seyreltmede kopartılmış şeftali yapraklarından fitotoksik etki gözlemlenmemiştir. *X. bovienii* (SN) ve *P. luminescens* (Hb)' den elde edilmiş metabolitler kesilmiş pikan sürgününde *F. effusum* sporlarını baskılamak için test edilmiştir. Sporulasyondaki azalmalar, dodine ve fenbuconazole fungusitleriyle yapılan uygulamayla benzerlik göstermiştir. Trifenilitin hidrosit ise etkisiz bulunmuştur. Bu çalışmada pikan ve şeftalide görülen fungal ve oomycet patojenlerin *Xenorhabdus* spp. ve *Photorhabdus* spp. metabolitleriyle kontrol edilmesinin araştırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Akhtar ve ark. (2010), mercimekte *F.oxysporum* f. sp. *lenticis*' in neden olduğu solgunluk hastalığına karşı *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas alcaligenes* ve *Rhizobium* türlerinin etkisini araştırmışlardır. *F.oxysporum* inokulasyonu önemli ölçüde solgunluğa neden olduğunu, bitki büyümesini, kapsül sayısını azalttığını ve nodül oluşumuna neden olduğunu, *B. pumilus* ile birlikte *P. alcaligenes* inokulasyonu ise bitki büyümesinde, kapsül sayısında ve nodül oluşumunda büyük artışa neden olduğunu, rizobakterlerle kök kolonizasyonunun arttığını, tek başına inokulasyon ile mukayese edildiğinde *Fusarium* solgunluğunun azaldığını bildirmişlerdir. *Rhizobium* sp.' nin bitki büyümesinde, kapsül sayısında, çok fazla nodül oluşumuna neden olduğunu, *B. pumilus*' e göre solgunluğun oldukça azaldığını, *B. pumilus* ile birlikte *P. alcaligenes* ve *Rhizobium* sp' nin inokulasyonu ise bitki büyümesinde, kapsül sayısında, kök bakterileri kökün kolonizasyonunda çok fazla artışa neden olduğunu ve *Fusarium* ile inokule edilmiş bitkilerde solgunluğu azalttığını bildirmişlerdir.

Aviani ve ark. (2010), zeytin fabrikasının katı ve sıvı atıklarını (OMW) başarılı bir şekilde kompostlamışlardır. Zeytin fabrikası katı atıkları (OMWS) 5 karışım olarak hazırlanmış temiz su ile veya zeytin fabrikaları atık suları (OMWW) ile 2 çeşit kompostlama yapılmıştır. Kompostların kimyasal, fiziksel ve yetiştiricilik özelliklerini negatif olarak etkilemeksizin ham maddenin her m³' ünde OMWW' nin yaklaşık 0,3 m³' ne kadar uygulanabileceğini bildirmişlerdir. % 25-33 OMW kompostları, perlit ve turba karışımına göre FOM' a karşı daha yüksek baskılayıcı etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Yosun turbasında büyüyen domates bitkilerinin verimleri ile, % 20 (v:v) OMW-kompostu eklendiğinde turbaya göre verim artışının gözlemlenmediğini bildirmişlerdir.

Cuesta ve ark. (2010), Aktinomiset' ler arasında *Streptomyces* türleri üzerinde yaygın olarak çalışıldığından beri antibiyotiklerin önemli kaynağı olduğunu kabul etmişlerdir. Aktinomiset türleri kalkerli topraktan, zeytinyağı fabrikası atığı kompostlarından, toprak karıştırılmış kompostlardan seçici ortam üzerinde izole edilmiştir. Bunlar 5 fitopatojen fungus ve 1 bakteri ile ikili kültüre alınarak *in vitro* antagonizm denemeleri yürütmüşler ve 49 Aktinomiset türü izole etmişlerdir. Bunlardan 12' sinin fitopatojen mikroorganizmalara karşı çok iyi antagonistik etki gösterdiği belirlenmiştir. İzole edilen türlerin teşhisinde 16S DNA dizi analizi ve fenotipik

analizler yapılmıştır. 11 izolatin *Streptomyces* türü olduğunu ve 1 Aktinomiset' in kitinolitik aktiviteye sahip *Lechevalieria* cinsine ait olduğunu bildirmişlerdir.

Lopez-Mondejar ve ark. (2010), tarafından yapılan çalışmada T-78 (*Trichoderma harzianum*) ile zenginleştirilmiş iki turunçgil kompostu ve bunların su ekstraktları turbalı yetiştirme ortamı yerine serada kavun fidelikleri üretiminde *Fusarium* solgunluğuna karşı baskılayıcı etkisini araştırmak için kullanmışlardır. Kavun fidelerinin 43 gün boyunca büyüme döngüsü ve besin etkileri, patojen oranları ve T-78 popülasyonunun eğilim ölçümleri alınmıştır. Turunçgil kompost tabanlı büyüme ortamlarındaki besinsel etkileri gözlemlenmiştir. Patojen oranlarında C1Th' de fark yok iken C2Th' de önemli düşüşler gözlemlediklerini bildirmişlerdir. T-78 popülasyonu ilk örneklemede başlangıç miktarına göre önemli azalma göstermiştir, fakat sonra zamanla iyileşmiştir. Bu sonuçlar kavun fideleri seralarında *Fusarium* solgunluğunu gerekli kimyasal kontrollerine alternatif olarak turunçgil kompostu ve T-78 kombinasyonu kullanarak en aza indirilebileceğini bildirmişlerdir.

Yogev ve ark. (2010), kavunda solgunluğa neden olan FOM' u baskılamada, domates artıkları ile iri taneli sığır gübresinin karışımından oluşan kompostlar yapmışlardır. Bu kompostun kavun ve hıyar bitkilerinde görülen yaprak patojeni *Botrytis cinerea*' nin etkisini azaltmış olması, baskılama olayında uyarılmış dayanıklılık mekanizmasının rol oynadığını düşündürmüştür. Bu çalışmada *Fusarium* solgunluğunu bastırmada uyarılmış dayanıklılığın olabileceğini ortaya koymak için kavun bitkilerinde aşılama dayalı yarık kök sistemi kullanmışlardır. Bu olay aynı bitkiye hizmet eden iki farklı kök sisteminin elde edilmesini sağlamıştır. Kök sisteminin her iki parçasının da turbada yetiştirildiği duruma göre kök bölgesinin turba kısmı inokule edildiğinde kök bölgesinin diğer yarısını oluşturan kompostta hastalık şiddetinin bastırıldığını bildirmişlerdir. Kompostlarda büyüyen kök sistemlerinin her iki kısmında hastalık şiddetinin azalması daha fazla olmuştur, burada kompost mikroflorasının doğrudan etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Kompost edilmiş gübre ve domates artıklarının hastalığın bastırılmasında uyarılmış dayanıklılığın ilave bir mekanizma olabileceği düşünülmektedir. Aşılama dayalı yarık kök sistemlerinin toprak kaynaklı patojenlere karşı uyarılmış dayanıklılık çalışmalarında etkin bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Dukare ve ark. (2011), domates bitkilerinde patojen olan *Fusarium oxysporum*, *Pythium debaruanum*, *Pythium aphanidermatum* ve *Rhizoctonia solani*' nin neden

olduğu hastalıkları baskılamak için hazırlanan kompost çayları ve *Cyanobacteria* / bakteriyel kültürlerden oluşmuş kompostların potansiyel antagonistlikleri değerlendirmişlerdir. Biyolojik (*Trichoderma* ticari formülasyonu) ve kimyasal savaşım ile önerilen mikrobiyolojik olarak zenginleştirilmiş kompost ve kompost çayları fide harcına inokule edilmek üzere kullanılmıştır. Uygulamaların performansları karşılaştırıldığında her iki kompost / kompost çayının tohum çimlenmesi, fide boyunu ve fungusun biyokütlesini arttırarak üstünlüklerini ortaya koymuşlardır. Hastalığın kontrolünde en etkin koruma *Anabaena oscillarioides* C12 ve *Bacillus subtilis* B5 ile takviye edilen kompostlar ve bunların çaylarından elde edildiğini, her iki uygulamanın da hastalık şiddetinin azaltılması açısından diğer uygulamalardan daha iyi etki gösterdiğini ve bitki parametrelerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Hariprasad ve ark. (2011), Hindistan'ın Karnataka eyaletinin farklı bölgelerinde gelişen domatesin (*Lycopersicon esculentum* Mill.) rizosferinden 57 toprak örneğinden kitinaz üreten 63 kök bakterisi izole etmişlerdir. Bunların arasında kitinaz üretim yeteneğine göre seçilen 13 CRB (chitinase producing rhizobacteria), domates fidelerinin köklerinde kolonize olup *Fusarium* solgunluk oranını azaltabilme yeteneğinde olduklarını, bu izolatlardan 4 tanesinin istatistiksel olarak yüksek seviyede kitinaz ürettiğini ve ayrıca CZ/CS (engelleme bölgesinin koloni boyutuna oranı)'nin yüksek seviyede olduğunu bildirmişlerdir. *Bacillus subtilis* izolatının (CRB20) sera koşulları altında *Fusarium* solgunluğunun şiddetini azaltabildiğini, kitin veya fungal hücre duvarı bu izolatla kombine olarak kullanıldığında izolatın domates köklerini kolonize etme yeteneğini arttırmış ve *Fusarium* solgunluğunun şiddetini azalttığını bildirmişlerdir. Sera koşulları altında kitin ve CFCW (yapısı ayrılmamış hücre duvarı) ile birlikte CRB20 izolatının uygulanması bitki yüksekliğini, taze ağırlığını, bitki başına meyve sayısını ve meyvenin ağırlığını kontrole oranla arttırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışma CRB izolatının önemini ve kitin/CFCW'nin bitki gelişimini teşvik ettiğini, *Fusarium oxysporum*'u baskılayabildiği ve domateslerde *Fusarium* solgunluğuna kullanılabileceği olasılığını göstermiştir.

Pereira ve ark. (2011), mısır (*Zea mays* L.)'in çıkış, büyüme ve gelişme sürecinde *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg' i en yaygın fungal tür olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada iki bakteriyel etmenin *Bacillus amyloliquefaciens* ve *Microbacterium oleovorans*, mısırdaki *F. verticillioides*'e karşı biyokoruyucu rolü

olduğunu analiz etmişlerdir. Mısır büyüme parametreleri, CAT, SOD, APX ve POD aktivitelerinin yanı sıra *Fusarium* izolatlarının sayımı ve tanımlanması inokulasyonsuz fungal ve bakteriyel etmenler ve tek bir inokulasyon yöntemiyle yaşlı fideler 10. ve 20. günlerde değerlendirilmiştir. Her ikisi değerlendirildiğinde *M. oleovorans* *F. verticillioides*' e antagonist olarak değişken bir performans sergilerken, *B. amyloliquefaciens* ile inokulasyondan sonra *F. verticillioides* propagüllerinin sayısı düşürülmüştür. *F. verticillioides* ile bulaşık yaşlı mısır köklerinde 10 gün içerisinde SOD' un aktivitesini teşvik eden artışlar olmuştur. Fungusun inokulasyonu ile bu fidelerin S/R oranları önemli derecede etkilenmiştir. Enzim aktivitesi ve bitki büyüme parametreleri gibi türlü varyasyonların parametrelerindeki erken tepkiler, uygulamadan 20 gün sonra gözlemlenmemiştir. Dahası, enfekteli- enfektesiz bitkiler arasında POD izoformlarının sayılarında farklılık gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlar, *B. amyloliquefaciens* ile tohum inokulasyonu ile mısırdaki *F. verticillioides* enfeksiyonunu azaltabileceğinin ve bu enfeksiyon bitki gelişiminde erken aşamada küçük antioksidatif tepkinin uyarılması için zayıf stres faktörü olabileceğini göstermektedir.

Yu ve ark. (2011), Çin' de biber bitkisinin rizosferlerindeki bakterilerden sideroforlar için CAS (Chrome Azurol Sulphonate) agar testi kullanmışlardır. Sonuç olarak, *Bacillus subtilis* CAS15' in turuncu büyük bir hale ürettiğini gözlemlemişlerdir. İkili kültür testi, CAS15' in 15 bitki fungal patojenin gelişimine karşı şiddetli antagonizm etkisi gösterdiği, engelleme oranının da % 19.26 ile % 94.07 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Siderofor üretim analizlerinde ESI-MS ve DHB(G), CAS15' in bacillibactin ürettiğini ve bu siderofor üretiminin demir tarafından engellendiği belirlenmiştir. Saksı kültür denemesiyle, *Bacillus subtilis* CAS15' in patojen ve bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. CAS15 biberde *Fusarium* solgunluğunu önemli derecede azaltmış, bu ise *Bacillus subtilis* CAS15' in biberde *Fusarium* solgunluğuna karşı sistemik dayanıklılığı teşvik ettiğini göstermiştir. Demir ilavesinin biyokontrol etkisini azalttığını bildirmişlerdir. 14, 21, 28 ve 40. günlerde bitki yükseklik farkı önemli olurken, uygulamada bitki gelişimi kontrolden % 27.2-54.5 daha uzun olmuştur. *Bacillus subtilis* CAS15' in biberin verimliliğini arttırdığını, çiçeklenme süresini % 50 oranında 17.26 gün olacak şekilde kısalttığını bildirmişlerdir. Ortalama meyve ağırlığının % 36.9 ve bitki başına verimin % 49.7 oranında arttığını

belirlemişlerdir. Bu araştırma *Bacillus subtilis* CAS15' in biyolojik kontrolde ve bitki büyüme teşvik etmede potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Zhao ve ark. (2011), organik gübre ve farklı antagonistik mikroorganizmalardan oluşmuş çeşitli biyo-organik gübrelerin (BIOs) etkilerini saksı ve tarla denemelerinde araştırmışlardır. BIOs' un *Fusarium* solgunluk hastalığının oranını azalttığını, kavunlarda ise verimi arttırdığını bildirmişlerdir. Yapılan bu ikili uygulama ile (fidanlık ve saksıda BIOs uygulaması) hastalığın oranı % 20 ile kontrolden (% 80) daha düşük olmuştur. Ayrıca, BIOII olarak adlandırılan karışımın ikili uygulamasının sonucunda bitki taze ağırlığı kontrol ile karşılaştırıldığında 17.4 kat arttığını bildirmişlerdir. BIOs uygulaması kavun sap ve köklerindeki koloni oluşturan patojenlerin sayılarını birim (hücre) olarak azaltabilmiştir. Patojen popülasyonları BIOII uygulanmış sap ve köklerde taze ağırlık sırasıyla 2.27×10^3 ve 6.67×10^3 hücre g^{-1} iken kontrol bitkilerinin sap ve köklerinde 8.17×10^4 ve 3.67×10^4 hücre g^{-1} olmuştur yani koloni sayıları sırasıyla % 97 ve % 82 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Mikrobiyal topluluğun yapısı BIOs tarafından ıslah edilmiştir. BIO uygulandığında toprak rizosferinde bulunan bakteri ve aktinomycet sayıları kontrol ile karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde arttığını, aksine kontrol bitkilerinin rizosferinde patojen ve fungal yoğunluğun önemli oranda yüksek olduğunu bildirmişlerdir. İki kez BIOII uygulanmış kavun yapraklarında savunma enzimlerinin miktarı kontrol bitkilerine göre düşük olmuştur. En yüksek verim BIOII ile iki defa yapılan tarla uygulamalarında (7225 kg ha^{-1} , kontrol 4447 kg ha^{-1}) elde edilmiştir. Sonuç olarak en etkili uygulamanın hastalık miktarını azaltan, biyokütle üretimini yükselten ve mikrobiyal topluluk yapısını değiştiren BIOII olduğunu bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2012), FOC' un neden olduğu hıyar solgunluğuna karşı *Bacillus* türlerinin biyolojik savaş etmenleri olarak etkili olduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada, tarla ve sera koşullarında gelişen hıyar bitkilerinin yüzey sterilizasyonu yapılmış köklerinden 400 *Bacillus* örneği izole edilmiştir. Hıyarlarda *Fusarium* solgunluğunu kontrol edebilme kapasitesi ve modifiye gnotobiotic sistemi kullanarak taranmıştır. B068150 olarak isimlendirilmiş bir tür *Fusarium* solgunluğunun kontrolünde, sera denemelerinde fide aşamasında % 50.7 ile biyokontrol etkili olarak şaşırtıcı bir şekilde yüksek potansiyel göstermiştir. PDA' da FOC' a karşı B068150 antagonistik etkiyi açık bir şekilde göstermemiştir. B068150'i yapılan morfolojik,

fizyolojik ve biyokimyasal testleri ile yağ asiti analizleri ve Biolog-tabanlı testlerde *Bacillus subtilis* olarak tespit etmişlerdir. İlâveten 16S rRNA gen ve *gyrA* gen tabanlı filogenetik analizlerde B068150' nin bilinen *Bacillus* türlerine yüksek oranda benzerlik gösterdiği sergilenmiştir. Sonuç olarak B068150' i *B. subtilis* olarak belirlemişlerdir. Serada yapılan saksı denemeleri *B. subtilis* olarak belirtilen B068150' nin hıyarlarda *Fusarium* solgunluğuna karşı biyolojik savaş etmeni olarak ümit verici olabileceği, Kuzey Çin' de FOC' un neden olduğu verim kayıplarını azaltmada yardımcı olabileceğini göstermişlerdir.

San-Blas ve ark. (2012), *Moniliophthora* çürüklüğü veya moniliasisin Latin Amerika' da kakao plantasyonlarının en yıkıcı hastalığı olduğunu bildirmişlerdir. *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterilerinin ve eksudatlarının *Moniliophthora roreri*' ye etkisini araştırmışlardır. Tüm bakterilerin antifungal etkilerinin uygulamadan 13 gün sonra, % 97 oranında arttığı belirlenirken, bazı eksudatların % 70' ten daha fazla antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir. Bakteri varlığında *Moniliophthora roreri* spor üretememiştir. Bakteriyel eksudatlar ise, fungusun sporulasyonunu % 70 oranında engellemiştir. Bakteriler ve eksudatlar, Venezuela çiftçileri tarafından kullanılan ticari fungusitler ile karşılaştırıldığında bakteri ve eksudatlarının daha iyi performans gösterdiği ve fungusit uygulamalarının *Moniliophthora roreri*' nin kontrolünde entegre mücadele kapsamında biyolojik savaş etmeni *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterilerinin kullanılabileceğine dair ümit verici sonuçlar vermiştir.

Vitullo ve ark. (2012), meyve bahçesi toprağından izole edilen *Bacillus amyloliquefaciens*' in yeni bir izolatu olan BO7' nin, domateste solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL)' e karşı antagonizmdeki ana mekanizmayı araştırmışlardır. BO7' nin FOL' e karşı *in vitro*' da güçlü engelleyici etki gösterdiğini ve domates bitkilerinde solgunluk oranında belirgin azalma olduğunu bildirmişlerdir. BO7 hücreleri fungal hife yapışma niteliği göstermiş ve domates köklerinde kolonize olmuştur. BO7' nin kültür filtratı düşük molekül ağırlıktaki fraksiyonu randımanlı bir şekilde FOL' e karşı yüksek antifungal etki göstermiş olup, hif morfolojisinde çarpıcı bir şekilde değişikliğe neden olup gelişimini engellemiştir. Üç yapısal surfactin lipopeptidleri, biyoaktif fraksiyonun ana bileşeni olarak tanımlanmış ve FOL' e karşı engelleyici etkisi denenmiştir. Lipopeptidler için nadir görülen güçlü antifungal etkiye sahip olan bu bileşenlerden biri, BO7 kültür filtratının engelleyici etkisinde en önemlisi

olarak belirlenmiştir. Test edilen FOL' un yıkıcı izolatlarının bakteriyel bileşenlere duyarlılığı yüksek olmuş ve hücre duvarı mutasyona uğrayarak değişiklik göstermiştir. Bu sonuçlar *Bacillus amyloliquefaciens*' in bakteriyel surfactinlerinin Fol' un hücre duvarı duyarlılığında anahtar rolü olabileceğini düşündürmektedir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Fungus Materyali

Denemede FOM izolatu olarak Bölümümüzde 1999 – 2002 yılları arasında yürütülen TÜBİTAK – TARP 2305 nolu proje kapsamında elde edilmiş olan ırk 1-2' ye ait Fom-6 izolatu kullanılmıştır. Bu izolat, – 20 °C de saklanan kültür koleksiyonundan sağlanmıştır.

3.2. Kompost Materyali

Bu çalışmada kullanılmış olan pirina, zeytin yaprağı, tavuk gübresi, mısır slaj ve pamuk küspe kompost materyalleri Hatay ili ve çevresindeki zeytin üretim alanlarından, zeytinyağı fabrikasından, ticari slaj ve küspe üretim tesislerinden ve MKÜ Selam Çiftliğinden sağlanmıştır (Şekil 3.1). Zeytinyağı fabrikasından ve küspe üretim tesislerinden sağlanan pamuk küspe ve pirina 1/20 oranında steril saf su ile nemlendirilerek çalışmada kullanılmak amacıyla hazırlanmıştır. Ticari slaj olarak kullanılan mısır slajı 3 aylık döneminde iken temin edilmiştir. Çalışmada kullanılmış olan kompost materyalleri ve içerikleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1).

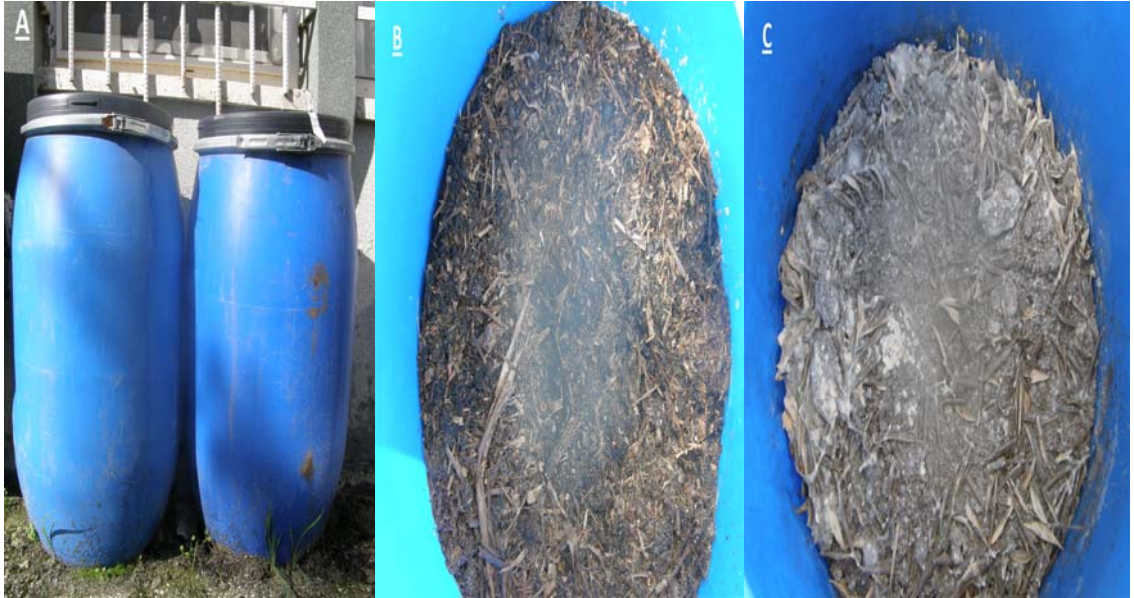
Çizelge 3.1. Biyolojik mücadele potansiyeli açısından *F. oxysporum f.sp. melonis* (FOM)'e karşı değerlendirilmiş olan kompostların içerikleri

Kompost No	Kompost Materyalleri
K1	Pirina % 50 +Zeytin Yaprakı % 40 + Tavuk Gübresi % 10 (Pi: Ze: Tg; 50:40:10)
K2	Mısır Slaj %50 +Üre % 15 +Pamuk Küspe % 35 (Ms: Ü: Pk; 50:15:35)
K3	Pirina % 100 (Pi; 100)
K4	Mısır Slaj % 100 (Ms; 100)
K5	Pamuk Küspe % 100 (Pk; 100)



Şekil 3.1. Kompost materyallerinin doğal görünümleri. A. Mısır Slaj, B. Pirina, C. Pamuk Küşpe

Kompostlar hava almayacak şekilde kapatılarak 50 litrelik plastik variller içerisinde hazırlanarak, açık havada bekletilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kompost materyallerinin hazırlanmış olduğu plastik varillerin görüntüsü
A. K1 ve K2 kompostunun dıştan görüntüsü, B. K2 kompostu, C. K1 kompostu

3.3. Kompostların Mikrobiyal Analizleri

Kompostların mikrobiyal popülasyonlarının durumu 0-4 ayları arasında 250 ml'lik erlenler içerisindeki 90 ml steril saf suya, 10g kompost örneğinin ilave edilmesiyle belirlenmiştir. Erlenler 20 dk. süreyle 200 rpm hızla orbital çalkalayıcıda çalkalanarak, elde edilen süspansiyon bir seri halinde (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} ve 10^{-9}) seyreltilerek genel besi yeri Nutrient Agar (NA) ve Czapek-Dox Agar (CDA) seçici yapay besi yerlerine 200 µl' lik süspansiyonlar halinde yayılarak 25 °C de 48 saat inkübe edilmiştir. Bakterilerin ekimi yapılan petriler üzerinde gelişen izolatların koloni morfolojilerine göre ve aday izolatlar ortamda gelişen popülasyonu temsil edecek şekilde rastgele seçilmiş ve daha sonra saflaştırılmıştır. Her bir koloni bir izolat olarak değerlendirilmiştir seçilen mikroorganizmaların popülasyon yoğunluğu hücre/g kompost olarak belirlenmiştir.

3.4. Çalışmada Kullanılan Besi Yerleri ve İçerikleri

Çalışmada kullanılan tüm besi yerleri, 121 °C' de 15 dk. otoklav edilmiştir. Denemelerde hazır ticari olarak satılan Nutrient Agar bakteriyel izolasyonlarda, Czapek-Dox Agar fungus izolasyonlarında, Tryptone Soya Agar (TSA) bakteriyel izolatların tanısında besi yerleri olarak kullanılmış olup, petri denemeleri ve +4 °C' de saklama koşulları için ekilen izolatlarda Patates Dekstroz Agar (PDA) kullanılmıştır. Bu ortamların içerikleri Ek-1 de verilmiştir.

3.5. Seçilen Aday Antagonist Fungus ve Bakteri İzolatları ile *In vitro* Çalışmalar

3.5.1. İzole Edilen Fungus ve Bakteri İzolatlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM)' e Karşı Antagonistik Etkilerinin Değerlendirilmesi

Seçilen fungal ve bakteriyel izolatlar, FOM'i antagonize etme yetenekleri yönünden değerlendirilmiştir. Antagonistik fungal izolatları seçmek için, aday

antagonist fungus ve FOM' un agar diskleri birbirinden yaklaşık 4cm mesafede PDA ortamına aktarılmış ve yaklaşık 10 gün içerisinde değerlendirilmiştir. İki fungus arasındaki engelleme zonu ölçülmüş olup, zon uzunluğu 0 cm' den farklı olanlar antagonist olarak kaydedilmiştir.

Elde edilen tüm bakteri izolatlarının FOM'e karşı antagonistik potansiyelleri, PDA içeren petri kaplarında ikili kültür testleriyle saptanmıştır (Landa ve ark., 1997). Bu testlerde her bir petrinin bir ucuna test edilecek bakteri izolatı çizilerek 25°C'de 1 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bakterilerin gelişmesini takiben, PDA ortamında gelişmiş 10 günlük FOM kültürünün uç kısımlarından alınan 5 mm çapında miselyal diskler, petrilere çizgi halinde gelişen bakterilerin 4 cm uzağına yerleştirilerek 25°C'de gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol olarak fungus, bakterilerin çizildiği yere benzer şekilde dışardan kalemle çizilerek fungusun bu noktaya ulaşması beklenmiştir.

Kontrol petrilерinde fungusun işaretli alana ulaşmasıyla birlikte, bakterilerin çizildiği tüm petrilерde bakteriye doğru yönelen fungusun miselyal gelişimi (Rb) ölçülmüş ve kontrol petrilерdeki miselyal gelişmeye (Rc) göre engelleme oranlarının % si hesaplanmıştır (Ahmed ve ark., 1999).

$$\%Engelleme = (Rc - Rb) * 100 / Rc$$

Her bakteri-fungus kombinasyonu için ölçümler 3 farklı petri kabında yapılmış olup, deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir.

3.5.2. Ön İnkübasyon Süresinin Bakterilerin Antagonist Potansiyelleri Üzerine Olan Etkinliği

Yapılan değerlendirmede rastgele seçilmiş izolatlar, *Photorhabdus-luminescens*' in (K1B:1:6:1), *Bacillus megaterium*' un (K2B:1:5:1), *Bacillus pumilis*' in (K3B:1:5:1) ve teşhis edilememiş izolatın (K5B:3:7:1), ön inkübasyon süresinin bakterilerin antagonizm potansiyeli üzerine olan etkinliğinin belirlenmesi amacıyla çalışmalarında kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu izolatlar PDA içeren petrilere fungus inokulasyonundan 1, 24, 48 ve 72 saat öncesinden çizilerek ön inkübasyona bırakılmış ve daha önce açıklandığı şekilde (Bölüm:3.5.1) *F. oxysporum* kültürlerinden alınan

diskler petriye bakterilerin çizildiği noktadan 4 cm uzağına yerleştirilerek inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol olarak sadece fungus ekimi yapılmıştır. Değerlendirmeler ikili kültür testlemelerinde olduğu gibi yapılmış ve patojen gelişiminin antagonist bakteri izolatları tarafından engellenmeleri (%) hesaplanmıştır.

3.6. Fungal ve Bakteriyel İzolatların Tanısı

Fungal izolatlar, PDA besisi yerinde 25°C ortalama 5 gün süreyle geliştirilmiştir. Gelişen izolatların oluşturduğu koloni ve spor yapıları gibi morfolojik özelliklerine göre tanıları yapılmıştır (Singleton ve ark., 1992).

Bakteriyel izolatların yağ asitleri MIS (Microbial Identification System) (Şekil 3.3.) standart protokolüne göre elde edilmiştir (Sasser, 1990). Tüm bakteri izolatları rutin analizler için +4°C’de buzdolabında petri kapları içerisinde, PDA besisi yerinde uzun süreli saklamalar için %20’lik glycerol içerisinde –20°C’de derin dondurucular içinde muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3. MIS (Microbial Identification System)’ in genel görünümü

3.6.1 Bakteriyel İzolatların Yağ Asitleri Profillerine Göre Tanılanması

Bakteriyel izolatların yağ asitleri MIS (Microbial Identification System) standart protokolüne göre elde edilmiştir (Sasser, 1990).

Bu protokole göre, steril bir öze ile test edilecek bakteri kültürlerinin tek kolonilerinden alınarak Tryptic Soy Agar (TSA) besi yerine 4 fazlı çizgi ekim yapılmıştır. Kültürler 25°C' de 48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon sonrası bakteri kültürlerinin 3. ve 4. fazlarından steril öze ile alınarak teflon kapaklı steril cam tüplere aktarılmıştır. İzolatların yağ asitleri, 4 farklı çözeltinin kullanıldığı 4 aşamada yapılmıştır.

1) Hücrelerin parçalanması aşamasında tüplere transfer edilen bakteri hücrelerinin üzerine 1ml çözelti 1 (45 g NaOH, 150 ml metanol (HPLC grade) ve 150 ml steril saf su) eklenerek 5 dakika 100°C su banyosunda bekletilmiştir. Daha sonra bakterilerin süspanse olabilmesi için tüp karıştırıcı ile 5-10 sn karıştırılmıştır ve tekrar su banyosuna konarak 25 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda tüpler soğuk su banyosunda hızlı bir şekilde soğutulmuştur.

2) Metilleştirme aşamasında süspansiyonun üzerine 2 ml çözelti 2 (325ml 6 N HCl ve 275 ml metanol (HPLC grade)) eklenerek 5-10 saniye tüp karıştırıcı ile karıştırıldıktan sonra 10 dakika 80 °C' lik su banyosunda bekletilmiştir ve süre sonunda tüpler hızla soğutulmuştur.

3) Safılaştırma aşamasında örneklerin üzerine 1.25 ml çözelti 3 (200 ml heksan (HPLC grade) ve 200 ml metil tert-butil eter (HPLC grade)) eklenerek tüplerin ağzı sıkıca kapatılmıştır. Daha sonra tüpler dairesel döngü hareketi yapan karıştırıcı ile ters-düz edilerek 10 dakika boyunca 20 devir/ dakika hızda karıştırılmıştır. İşlem sonunda oluşan iki fazdan alttaki faz pastör pipeti ile uzaklaştırılmıştır ve üstteki faz bir sonraki aşama için saklanmıştır.

4) Bazık yıkama aşamasında ise tüplerin üzerine 3 ml çözelti 4 (10.8 g NaOH ve 900 ml steril saf su) eklenerek tüpler bir önceki aşamada olduğu gibi dairesel döngü hareketi yapan karıştırıcı ile ters-düz edilerek 5 dakika boyunca 20 devir/ dakika hızda karıştırılmıştır. İşlem sonrası oluşan üst fazın 2/3' lük kısmı pastör pipeti ile alınıp gaz kromatografi (GC) tüplerine aktarılmıştır.

Elde edilen yağ asitlerinin karakterizasyonu, yağ asitleri metil esterler gaz kromatografisi (Agilent Technologies 6890N Network GC System) ile yapılmıştır ve yağ asitleri özelliklerine göre bakterilerin tanısı Sherlock MIS 4.5, Microbial ID, Inc., Newark, Delaware bilgisayar programı ile % benzerlik oranlarına göre yapılmıştır.

3.7. Tütünde Aşırı Duyarlılık Testi (HR= Hypersensitive Reaction)

Kompostlardan elde edilen bakteriyel izolatların patojenisitelerinin belirlenmesi amacı ile tütünde aşırı duyarlılık testi (HR) yapılmıştır. HR testinde PDA besi yerinde 2 günlük bakteri kültürleri 10^8 hücre/ml (OD=0.13) yoğunlukta steril saf su içerisinde süspanse edilerek tütün yapraklarına enjekte edilmiştir. Negatif kontrol olarak yapraklara steril saf su inokule edilmiş, pozitif kontrol olarak *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* izolatı kullanılmıştır. İnokulasyondan 2 gün sonra değerlendirme yapılarak inokulasyon noktasında doku çökmesine neden olan izolatlar HR (+) olarak kabul edilmiştir.

3.8. Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Tüm *in vitro* denemeleri tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve patojen gelişiminin engellenme oranları % oranlarına çevrilmeden SPSS istatistik programı kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile izolatlar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Kompostlardan İzole Edilen Fungus ve Bakteri İzolatlarının Aylara Göre Dağılımları

Hatay ili ve çevresindeki zeytin alanlarından, zeytinyağı fabrikası, ticari slaj ve küspe üretim tesisleri ve MKÜ Selam Çiftliği'nden sağlanan kompost materyallerinden 0-4 ayları arasında yapılan izolasyonlar sonucu (10^{-4} seyreltmede) elde edilen toplam fungus ve bakteri sayıları Çizelge 4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı kompostlardan izole edilen fungus sayılarının aylara göre dağılımı

Kompost No	Aylar				
	0	1	2	3	4
K1 (Pi: Ze: Tg; 50:40:10)	43,3bAB	30,0bAB	96,7dC	46,7bB	20,0bA
K2 (Ms: Ü: Pk; 50:15:35)	7,0aB	2,0aA	0,0aA	0,3aA	2,3aA
K3 (Pi; 100)	11,7aB	6,3aA	41,0cC	15,0aB	4,7aA
K4 (Ms; 100)	2,7aA	25,0bcB	60,0cC	98,0cD	142,3cE
K5 (Pk; 100)	3,0aB	0,0aA	7,3abB	3,7aB	27,7bC

Sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük harfler ile satır içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Tukey test, $P \leq 0.05$).

Kompostlama sürecine başlamadan önce K1 kompostundan alınan ilk örneklerde fungus sayısı 43.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Kompostlama sürecinde 2. ayda 96.7 ile en yüksek seviyesine ulaşmış ve 3. ayda düşme eğilimine (46.7) girmiştir. En düşük fungus sayısı (20.0) 4. ayda gözlemlenmiştir. K2 kompostundan alınan örneklerde kompostlama sürecinin başlangıcında fungus sayısı 7.0 olmuştur, 1. ayda ise 2.0 olarak belirlenmiş ve aylar içerisinde yapılan değerlendirmede istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemiştir. K3 kompostunda başlangıçta alınan örneklerde fungus sayısı 11.7 olmuş, kompostlama sürecinde 2. ayda en yüksek seviyesine (41.0) ulaşmış, 4. ayında (4.7) ve 1. ayında (6.3) belirlenen sayılar arasında istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmeyerek en düşük seviyeyi göstermiştir. K4 kompostunda sürecin başlangıcında fungus sayısı 2.7 olmuş ve aylar ilerledikçe bu sayı düzenli artarak en yüksek seviyesine 4. ayda (142.3) ulaşmıştır. K5 kompostunda başlangıçta fungus sayısı 3.0 olmuş, kompostlama sürecinde 4. ayda (27.7) en yüksek seviyesine ulaşmış ve bu sayıyı 7.3 ile 2. ay örneği takip etmiştir.

Kompostlar arasında aylar içerisinde yapılan değerlendirmelerde 1. ayda en yüksek fungus sayısı 30.0 ile K1 kompostunda görülmüş, bunu 25.0 ile K4 kompostu takip etmiştir. Diğer kompostlar arasında yapılan değerlendirmede sayılar arasında istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemiştir. Kompostlama sürecinin 2. ayında en yüksek fungus sayısı 96.7 ile K1 kompostunda görülmüş, bunu K4 (60.0) ve K3 (41.0) kompostları takip etmiştir. 3. ayda K4 kompostunda en yüksek fungus sayısı (98.0) görülmüş ve bunu K1 (46.7) kompostu takip etmiştir. Diğer kompostlar arasında yapılan değerlendirmede istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemiştir. Kompostlama sürecinin son ayında K4 kompostu en yüksek fungus sayısına ulaşmış (142.3) ve bunu K5 (27.7) ve K1 kompostu (20.0) takip etmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı kompostlardan izole edilen bakteri sayılarının (log değerleri) aylara göre dağılımı

Kompost No	Aylar				
	0	1	2	3	4
K1 (Pi: Ze: Tg; 50:40:10)	5,97aA	6,17bA	7,88cB	9,43aC	9,63aC
K2 (Ms: Ü: Pk; 50:15:35)	5,99aA	6,16bA	6,49aB	9,37aC	9,51aC
K3 (Pi; 100)	5,59aA	5,73aA	7,73bcB	9,41aC	9,57aC
K4 (Ms; 100)	5,59aA	6,26bB	7,79cC	10,18bD	10,61bE
K5 (Pk; 100)	5,67aA	5,76aA	7,58bB	9,40aC	10,67bD

Sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük harfler ile satır içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer büyük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını göstermektedir (Tukey test, $P \leq 0.05$).

Kompostlama sürecine başlamadan önce K1 kompostunda sayı 5,97 olmuştur. Kompostlama sürecinde yapılan değerlendirmelerde bakteri sayısı aylar içerisinde artmış ve 3-4. aylarda en yüksek seviyesine ulaşmıştır (9.63). K2' de kompostlama sürecinin başlangıcında bakteri sayısı 5.99 olmuş, 1. ayında 6.16 olarak belirlenmiş ve 2. ayda 6.49' a yükselmiştir. K3 kompostunda kompostlama sürecinin başlangıcında bakteri sayısı 5.59 olmuş, 3. ve 4. aylarda en yüksek seviyesine (9.57) ulaşmıştır. Kompostlamanın 1. ayında 5.73 ve 2. ayında 7.73 olarak belirlenmiştir. K4'ün kompostlama sürecinin başlangıcında bakteri sayısı 5.59 olmuştur. Kompostlama sürecinde yapılan değerlendirmelerde 4. ayda en yüksek seviyesine (10.61) ulaşmıştır. Aylar içerisinde yapılan değerlendirmede bakteri sayısının arttığı ve istatistiksel olarak farklılığın olduğu gözlemlenmiştir. K5 kompostundan alınan örneklerde kompostlama sürecinin başlangıcında bakteri sayısı 5.67 olmuştur. Kompostlama sürecinde yapılan

değerlendirmelerde aylar içerisinde bakteri sayısı artarak 4. ayda en yüksek seviyesine (10.67) ulaşmıştır.

Kompostlar arasında aylar içerisinde yapılan değerlendirmelerde kompostlama sürecinin 1. ayında en yüksek bakteri sayısı 6.26 ile K4 kompostunda görülmüş, bunu 6.17 ile K1 ve 6.16 ile K2 kompostları takip etmiş olmakla beraber istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemiştir. Kompostlamanın 2. ayında en yüksek bakteri sayısı K1 (7.88) ve K4 (7.79) kompostlarında görülmüştür. En düşük seviyesine 6.49 ile K2' de ulaşılmıştır. Diğer kompostlar arasında yapılan değerlendirmede bakteri sayıları arasında istatistiksel olarak farklılık oluşmamıştır. 3 aylık kompostlama sonunda en yüksek bakteri sayısı K4 (10.18) kompostunda görülmüş, diğer kompostlar arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir. Kompostlamanın son ayında en yüksek bakteri sayısı, K5 (10.67) ve K4 (10.61) kompostlarında görülmüştür. K1, K2 ve K3 kompostları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

Kompostlardan yapılan izolasyonlarda; genel popülasyonu temsil eden 27 fungal izolat ve 34 bakteriyel izolat elde edilmiştir. Mevcut 34 bakteriyel izolat arasından 15 izolatın tanısı yapılabilmiş, elde edilen bakteriyel izolatların cins düzeyinde büyük bir kısmını *Bacillus* sp. (% 73) ve fungal izolatların çoğunluğunu *Penicillium* sp. (% 82) oluşturmuştur (Çizelge 4.3 ve 4.4). İzole edilen bakterilerin dağılımına bakıldığında, *Bacillus* sp. en fazla K5 ve K3 kompostlarından izole edilirken, bunu K2 ve K1 takip etmiştir. K4 kompostundan izole edilen bakteriler arasında ise *Bacillus* sp.' ye rastlanmamıştır. İzole edilen fungusların büyük çoğunluğunu oluşturan *Penicillium* sp. en fazla K4 kompostundan izole edilirken, bunu sırasıyla K3, K1 ve K2 izlemiştir.

Çizelge 4.3. Yağ asidi özelliklerine göre tanısı yapılan bakteriyel izolatlar

İzolat Kodu	Tür Adı ve İndeks Değeri
K1B:0:7:1	<i>Bacillus cereus</i> (0.696), <i>B. thuringiensis-israelensis</i> (0.545)
K5B:0:5:1	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (0.591), <i>B. subtilis</i> (0.570)
K1B:1:6:1	<i>Photorhabdus- luminescens</i> (0.559)
K2B:1:5:1	<i>Bacillus megaterium</i> (0.573), <i>B. pumilis</i> (0.448)
K2B:1:5:2	<i>Bacillus cereus</i> (0.605), <i>B. thuringiensis-israelensis</i> (0.452)
K3B:1:4:3	<i>Rhodococcus-equi/ Corynebacterium hoagi</i> (0.469)
K3B:1:5:1	<i>Bacillus pumilis</i> (0.516), <i>B. megaterium</i> (0.379)
K5B:1:4:3	<i>Salmonella typhimurium</i> (0.167), <i>Aeromonas-salmonicida</i> (0.125)
K5B:1:5:1	<i>Bacillus subtilis</i> (0.601), <i>B. cereus</i> (0.435)
K3B:3:7:1	<i>Bacillus alcalophilus</i> (0.167), <i>Staphylococcus schleiferi</i> (0.158)
K5B:3:8:2	<i>Virgibacillus-pantothenicus (Bacillus sp.)</i> (0.580), <i>B.subtilis</i> (0.416)
K1B:4:8:1	<i>Bacillus cereus</i> (0.281), <i>B. cereus</i> (0.261)
K3B:4:8:1	<i>Bacillus subtilis</i> (0.401), <i>B. pumilis</i> (0.376)
K4B:4:7:1	<i>Enterobacter- gergoviae</i> (0.620), <i>Escherichia coli</i> (0.574)
K5B:4:7:2	<i>Bacillus cereus</i> (0.676), <i>B. thuringiensis-israelensis</i> (0.490)

Kompostlardan izole edilen aday bakteri izolatlarının yağ asitleri özelliklerine göre tanısı Sherlock MIS 4.5, Microbial ID, Inc., Newark, Delaware bilgisayar programı ile yapılmıştır.

Tanısı yapılabilen 15 bakteriyel izolat arasından *Bacillus cereus* (K1B:0:7:1), *Photorhabdus- luminescens* (K1B:1:6:1) ve *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1) K1 kompostundan izole edilirken, *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) ve *Bacillus cereus* (K2B:1:5:2) K2; *Rhodococcus-equi/Corynebacterium hoagi* (K3B:1:4:3), *Bacillus pumilis* (K3B:1:5:1), *Bacillus alcalophilus* (K3B:3:7:1) ve *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1) K3; en yüksek antagonistik aktivite gösteren *Enterobacter- gergoviae* (K4B:4:7:1) K4 kompostundan izole edilmiş olup *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1), *Salmonella typhimurium* (K5B:1:4:3), *Bacillus subtilis* (K5B:1:5:1),

Virgibacillus-pantothenhicus (K5B:3:8:2) ve *Bacillus cereus* (K5B:4:7:2) K5 kompostundan izole edilmiştir.

Antagonistik potansiyele sahip bakteriyel ve fungal isolatlar farklı zamanlarda yapılmış izolasyonlardan elde edilmiştir. En yüksek antagonistik yeteneğe sahip *Entereobacter-gergoviae*- K4 (K4B:4:7:1), *Bacillus cereus*- K1 (K1B:4:8:1), *Bacillus subtilis*- K3 (K3B:4:8:1) ve *Bacillus cereus*- K5 (K5B:4:7:2) izolasyonun 4. ayında elde edilirken, *Salmonella typhimurium*-K5 (K5B:1:4:3) ve *Photorhabdus- luminescens*-K1 (K1B:1:6:1) 1. ayında elde edilmiş, *Bacillus amyloliquefaciens*- K5 (K5B:0:5:1) ve *Bacillus cereus*- K1 (K1B:0:7:1) kompostlama sürecinin başlangıcında ilk izolasyondan elde edilirken, en düşük antagonistik yeteneğe sahip K5B:3:7:1 (teşhis edilememiştir- K5) kompostlamanın 3. ayında yapılmış olan izolasyondan elde edilmiştir. Fungal isolatlardan en yüksek antagonistik yeteneğe sahip *Penicillium* sp.- K3 (K3F:0:4:1) ve *Penicillium* sp.-K4 (K4F:0:5:2) kompostlama sürecinin başlangıcında ilk izolasyondan elde edilirken *Penicillium* sp.- K4 (K4F:1:4:2) kompostlamanın 1. ayında yapılan 2. izolasyondan, *Aspergillus niger*- K3 (K3F:2:4:3) ise kompostlamanın 2. Ayında yapılan 3. izolasyondan elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Işık mikroskobu ile tanısı yapılan fungal izolatlar

İzolat Kodu	Tür Adı
K1F:0:5:3	<i>Penicillium</i> sp.
K1F:0:5:4	<i>Penicillium</i> sp.
K2F:0:2:1	<i>Penicillium</i> sp.
K2F:0:4:1	<i>Penicillium</i> sp.
K3F:0:4:1	<i>Penicillium</i> sp.
K3F:0:5:3	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:0:5:2	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:0:5:5	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:0:5:7	<i>Penicillium</i> sp.
K1F:1:6:3	<i>Mucor</i> spp.
K3F:1:5:1	<i>Mucor</i> spp.
K3F:1:5:2	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:1:4:1	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:1:4:2	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:1:4:4	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:1:4:5	<i>Penicillium</i> sp.
K1F:2:5:1	<i>Penicillium</i> sp.
K1F:2:5:2	<i>Penicillium</i> sp.
K1F:2:5:3	<i>Rhizoctonia</i> spp.
K3F:2:3:1	<i>Penicillium</i> sp.
K3F:2:4:3	<i>Aspergillus niger</i>
K1F:3:5:1	<i>Rhizoctonia</i> spp.
K3F:3:3:1	<i>Penicillium</i> sp.
K3F:3:5:1	<i>Penicillium</i> sp.
K1F:4:5:1	<i>Penicillium</i> sp.
K3F:4:3:1	<i>Penicillium</i> sp.
K4F:4:5:1	<i>Penicillium</i> sp.

Kompostlama sürecinin antagonizm üzerine olan etkinliği değerlendirildiğinde kompostun olgunlaşma sürecinin antagonistik potansiyele sahip mikroorganizmaların artışı ile doğrudan bir ilişkisinin olmadığı görülmüştür. Yapılan benzer bir çalışmada kompost olgunlaşma düzeyinin, antagonistik mikroorganizmaların sayısı ile ilişkili olduğunu (Suarez-Estrella, 2007), pek çok araştırmacı ise aşırı olgunlaşmış kompostların biyolojik savaş etmenlerinin aktivitesini desteklemediklerini bildirmişlerdir (Workneh ve ark., 1993; Hoitink ve ark., 1997).

4.2. Fungus ve Bakteri İzolatları ile *in vitro* Çalışmalar

4.2.1. Fungus ve Bakterilerin Fungal Patojen *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* (FOM)' in Miselyal Gelişimine Etkileri

34 bakteriyel izolat ve 27 fungal izolatın, FOM' e karşı antagonistik etkinliği ikili kültür testlemeleriyle belirlenmiş (Çizelge 4.5 ve 4.6), 12 fungal izolat ve 31 bakteri izolatının FOM' e karşı değişen oranlarda antagonistik etkide bulunduğu saptanmıştır. Çalışmada kullanılan FOM' e karşı antagonizm gösteren 12 fungal izolattan 1 tanesi (% 8) K2 kompostundan, 4' ü (% 33) K3, 7' si (% 58) K4 kompostundan izole edilmiştir. K1 kompostundan izole edilen fungal türlerde antagonistik etki görülmemiştir. FOM' e karşı antagonistik etki gösteren 31 bakteriyel izolattan ise, 7 tanesi (% 22) K1 kompostundan, 3' ü (% 9) K2, 8' i (% 25) K3, 3' ü K4 (% 9) ve 10' u (% 32) K5 kompostundan izole edilmiştir.

Kompostlardan izole edilen fungal kolonilerden rastgele seçilmiş toplam 27 adet izolatın FOM' e karşı antagonistik etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan denemeler sonucunda *Penicillium* sp. (K3F:0:4:1), *Penicillium* sp. (K4F:0:5:2), *Penicillium* sp. (K4F:1:4:2) ve *Aspergillus niger*' in (K3F:2:4:3) 1.0 cm engelleme zonu ile, bazı *Penicillium* sp.' ler (K2F:0:2:1, K3F:0:5:3, K4F:0:5:5, K4F:0:5:7, K3F:1:5:2, K4F:1:4:1 ve K4F:1:4:4 ve K4F:1:4:5) ise 0.5 cm engelleme zonu ile antagonistik etkili oldukları gözlemlenmiştir. Diğer izolatlarda engelleme zonu oluşmamıştır.

Çizelge 4.5. Seçilmiş bazı fungal izolatların *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*' i engelleme zonu

Fungal İzolat	Fungal Gelişim (cm) (FOM)	Engelleme Zonu (cm)
(Kontrol)	4.0e	0
K1F:0:5:3	2.5d	0
K1F:0:5:4	2.0c	0
K2F:0:2:1	2.0c	0.5
K2F:0:4:1	2.5d	0
K3F:0:4:1	2.0c	1.0
K3F:0:5:3	2.5d	0.5
K4F:0:5:2	1.5b	1.0
K4F:0:5:5	1.5b	0.5
K4F:0:5:7	2.5d	0.5
K1F:1:6:3	2.5d	0
K3F:1:5:1	2.0c	0
K3F:1:5:2	2.5d	0.5
K4F:1:4:1	2.0c	0.5
K4F:1:4:2	1.5b	1.0
K4F:1:4:4	2.5d	0.5
K4F:1:4:5	2.5d	0.5
K1F:2:5:1	2.0c	0
K1F:2:5:2	2.0c	0
K1F:2:5:3	2.0c	0
K3F:2:3:1	2.0c	0
K3F:2:4:3	1.0a	1.0
K1F:3:5:1	2.5d	0
K3F:3:3:1	2.0c	0
K3F:3:5:1	2.3cd	0
K1F:4:5:1	2.5d	0
K3F:4:3:1	2.0c	0
K4F:4:5:1	2.5d	0

Sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Tukey test, $P \leq 0.05$).

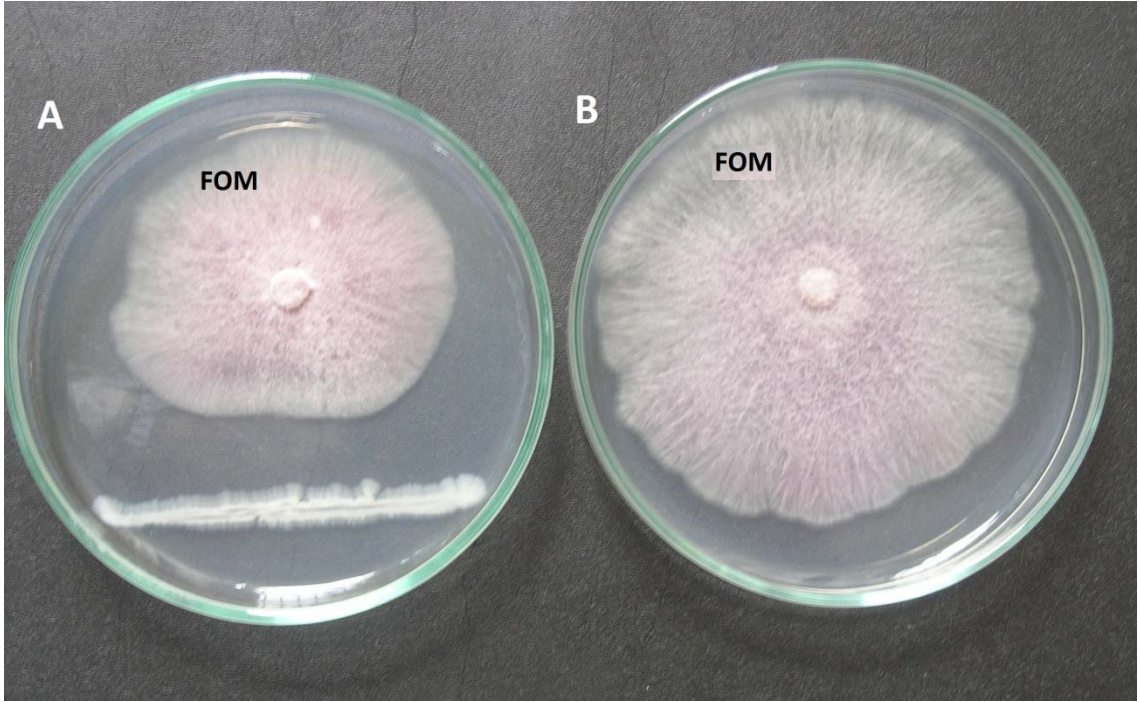
Çizelge 4.6. Seçilmiş bakteri izolatların *in vitro* koşullarda *Fusarium oxysporum* f. *sp.melonis*'in gelişimini engelleme oranı (%)

Bakteriyel İzolat	Miselyal Gelişimi (cm)	Engelleme (%)
(KONTROL)	4,00m	0,00
K1B:0:4:2	3,50kl	12,50
K1B:0:5:2	3,17ghij	20,83
K1B:0:7:1	2,57bcde	35,83
K1B:0:7:2	3,00fgh	25,00
K3B:0:5:2	3,07fghi	23,33
K3B:0:6:1	3,30hijk	17,50
K4B:0:5:1	3,40jkl	15,00
K5B:0:3:1	3,47jkl	13,33
K5B:0:5:1	2,27ab	43,33
K1B:1:5:3	3,97m	0,00
K1B:1:6:1	2,53bcd	36,67
K2B:1:5:1	3,03fghi	24,17
K2B:1:5:2	3,50kl	12,50
K3B:1:4:1	3,27hijk	18,33
K3B:1:4:3	3,33ijkl	16,67
K3B:1:5:1	2,87efg	28,33
K4B:1:7:1	3,00fgh	25,00
K5B:1:4:3	2,13a	46,67
K5B:1:5:1	2,80def	30,00
K5B:3:8:1	4,00m	0,00
K2B:3:7:1	3,50kl	12,50
K3B:3:7:1	3,00fgh	25,00
K3B:3:7:2	3,27hijk	18,33
K5B:3:7:1	3,63l	9,17
K5B:3:8:2	3,50kl	12,50
K5B:3:9:1	3,00fgh	25,00
K5B:4:9:1	4,00m	0,00
K1B:4:7:1	3,07fghi	23,33
K1B:4:8:1	2,10a	47,50
K3B:4:8:1	2,37abc	40,83
K4B:4:7:1	2,07a	48,33
K5B:4:7:1	2,83def	29,17
K5B:4:7:2	2,67cde	33,33
K5B:4:9:1	3,33ijkl	16,67

Bakteri izolatları, PDA besiyeri üzerine patojen inokulasyonundan 24 saat önce çizilmiştir. Engelleme bölgeleri ölçülerek, kontrol petrilerdeki gelişmeye göre engelleme oranları (%) hesaplanmıştır. Elde edilen değerler 5 farklı petri kabında ölçümlerin ortalaması olup, deneme farklı

zamanlarda 2 kez tekrar edilmiştir. Aynı sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Tukey's Test, $P \leq 0.05$).

Kompostlardan izole edilen bakteriyel koloniden rastgele seçilmiş 34 adet izolatın FOM' e karşı antagonistik etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan denemeler sonucunda en yüksek antagonistik etkileri % 48.33 ile *Entereobacter-gergoviae*' nin K4B:4:7:1 izolatı göstermiştir. *Enterobacter* izolatlarının sağlıklı bireylerde nadiren enfeksiyona neden olabilen fırsatçı patojenler oldukları bildirilmiştir (Yazıcı ve ark. 2004, Sanders ve ark. 1997, Stock ve ark. 2001). Bunu sırasıyla % 47.50 ile *Bacillus cereus*' un K1B:4:8:1 izolatı (Şekil 4.1), % 46.67 ile *Salmonella typhimurium*' un K5B:1:4:3 izolatı takip etmiştir. *Salmonella typhimurium* memelilerin bağırsaklarına yerleşip orada enfeksiyona neden olan bir tür olarak bilinmektedir (Jones ve ark. 1994). Bununla birlikte *Bacillus amyloliquefaciens*' in K5B:0:5:1 izolatı %43.33 ile ve %40.83 ile *Bacillus subtilis*' in K3B:4:8:1 izolatı izlemiştir. K1B:1:5:3, K5B:3:8:1 ve K5B:4:9:1 izolatları % 0,00 ile hiçbir şekilde antagonistik etki gösterememiştir.



Şekil 4.1. Kompostlardan izole edilmiş izolatların *in vitro* koşullarda FOM' in gelişimi üzerine antagonistik potansiyellerinin ikili kültür teslemeleri ile belirlenmesi. A. *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1) B. Kontrol

Kompostlardan izole edilen fungal ve bakteriyel izolatların, FOM' e karşı antagonistik potansiyelleri daha önce yapılan çalışmalarla belirlenmiş olup özellikle fungal izolatlardan *Aspergillus* türlerinin FOM'i baskılayabildiği (Suaerez-Estrella ve ark. 2007), *Penicillium oxalicum*' un kavun solgunluğunun kontrolünde tek başına uygulanmasında ve çeşitli konukçularda *Fusarium* solgunluğunu kontrol etmede etkili bir biyolojik mücadele ajanı olduğu bildirilmiştir (De Cal ve ark. 2009). Sebze ve çiçek seralarında topraksız kültürde yetiştirme koşulları altında seçilmiş floresan *Pseudomonas* veya patojen olmayan *Fusarium oxysporum* izolatları ile biyolojik mücadelenin sağlanabileceği (Lemanceau ve ark. 1991) ifade edilmiştir. Fesleğen bitkisinde *Fusarium* solgunluğuna neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici*' nin kontrolünde antagonistik yeteneğe sahip *Fusarium oxysporum*' un antagonistik izolatı 251/2, protoplast füzyonu kaynaklı FI-11 kodlu hibrid ve *F.moniliforme* TF4 ve TF4 RB izolatlarının *Fusarium* solgunluk oranını önemli derecede azaltabildiği ortaya konulmuştur (Minuto ve ark. 1997). Bakteriyel izolatlardan *Bacillus cereus* QQ308' in karides ve yengeç kabuğu tozunu içeren deniz atıklarından üretilmiş besi yerinde kitinaz, kitosanaz ve proteaz içeren antifungal hidrolitik enzimler ürettiğini ve QQ308 kodlu kültür süpernatantının bitki patojeni funguslardan *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Pythium ultimum*' u önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir (Chang ve ark. 2007). *Bacillus* türlerinden *B. cereus*, *B.subtilis*, *B.circulans*, *B.licheniformis* ve *B.stearothermophilus*' in *Fusarium oxysporum* Schlechtend' in sorgum da dahil çeşitli ürünlerde neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğünü baskılayabildiği bildirilmiştir (İdris ve ark. 2007). Patates kuru çürüklüğüne neden olan *Fusarium sambucinum*, *F. oxysporum* ve *F. culmorum*' a karşı *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilis*, *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus macerans* ve *Flavibacter balastinium*' un antifungal etkileri *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Sonuçta, *B. cepacia*' nın bazı izolatlarının, bitki veya fırsatçı insan patojeni olduğu, depo koşullarında patateslerde *Fusarium* kuru çürüklüğünde (*F. oxysporum* ve *F. culmorum*) biyolojik savaş etmeni olarak kullanılabilecek yüksek bir potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Bacillus subtilis* BA-140 ve OSU-142 izolatlarının petri denemelerinde güçlü antifungal etki gösterdiği fakat *in vivo* denemelerde hastalığın gelişiminde azalmaya neden olmadığını bildirmişlerdir (Kotan ve ark., 2009).

Pseudomonas alcaligenes ve *Rhizobium* sp. ile birlikte *Bacillus pumilis*' in değerlendirildiği çalışmada mercimek bitkisinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*' in neden olduğu solgunluk hastalığı üzerine etkisinin bitki büyümesinde, kapsül sayısında ve kök bakterileri ile kolonizasyonda çok fazla artışa neden olduğu ve *Fusarium* ile inoküle edilmiş bitkilerde solmayı azalttığı bildirilmiştir (Akhtar ve ark., 2010). Bir başka çalışmada *Bacillus megaterium* RGAF 51' in toprak ve tohum uygulamalarının nohutlarda *Fusarium* solgunluğunu baskılayabildiğini bildirmişlerdir (Landa ve ark., 2004). *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* bakterileri ve bu bakterilerin eksudatlarının kakaoda kapsül çürüklüğü etmeni *Moniliophthora roreri*' ye etkisi araştırılmış, tüm bakterilerin antifungal etkilerinin uygulamadan 13 gün sonra % 97 oranında arttığı belirlenirken, bazı eksudatların % 70' den fazla antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir (San-Blas ve ark., 2012).

Bacillus cereus QQ308' in *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* ve *Pythium ultimum*' a karşı antifungal etkisinin yanı sıra Çin lahanalarının gelişimini arttırdığı (Chang ve ark., 2007), benzer bir çalışmada hıyar bitkisinde, tohum bakterizasyonun bakterisiz kontrollere göre kök gelişimini önemli derecede uyararak bitki gelişiminde pozitif etkili olduğu bildirilmiş, yüksek demir ilavesinin bakterilerin bitki koruma yeteneğini etkilememiş olması, siderofor aracılı demir rekabetinin olmadığını göstermiştir (Abeysinghe ve ark., 2009). Saksı denemesiyle *Bacillus subtilis* CAS15' in patojen ve bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmış, siderofor üretim analizlerinde ESI-MS ve DHB(G), CAS15' in bacillibactin ürettiği ve siderofor üretiminin demir tarafından engellendiği belirlenmiştir. Ayrıca *Bacillus subtilis* CAS15, biberde *Fusarium* solgunluğunu önemli derecede azaltmış, bu da *Bacillus subtilis* CAS15' in biberde *Fusarium* solgunluğuna karşı sistemik dayanıklılığı teşvik ettiğini göstermiştir (Yu ve ark., 2011). Ayrıca birçok yazar da, *Bacillus* spp.'nin subtilin, bacilylsn, mycobacillin ve iturin A gibi antimikrobiyal bileşiklerin patojen gelişimini engellemede rol oynadıkları bildirilmiştir (Walker ve Abraham, 1970; Sengupta ve ark., 1971; Gross ve ark. 1973; Frindlender ve ark., 1993; Thomashow ve Weller, 1996; Loper ve ark., 1997; Thomashow ve ark., 1997; Robleto ve ark., 1998; Chen ve ark., 2001).

Kompostlardan izole edilen fungal ve bakteriyel izolatların *Fusarium oxysporum*' a karşı antagonistik potansiyellerinin dolaylı bir şekilde belirlenmesinin yanında kompostların doğrudan *Fusarium oxysporum*' a karşı antagonistik

potansiyelleri birçok çalışmada bildirilmiştir. Çeşitli sebzelerin topraksız ortamlarında bileşen olarak kullanılabilecek olan bitki kalıntılarından oluşturulan üç kompostun (saf inek gübresi (SCM) ile soyulmuş portakal kabuğu (OP), saf inek gübresi (SCM) ile buğday samanı (WS), saf inek gübresi ile sezon sonu seradan kaldırılmış, kurumuş domates bitkileri (TP) kompostları) *Fusarium oxysporum*' un dört farklı alt türüne (*melonis*, *basilici*, *radicis-lycopersici* ve *radicis-cucumerinum*) karşı baskılayıcı yeteneğinin olduğu bildirilmiştir (Yogev ve ark. 2006).

Başka bir çalışmada çökertene neden olan toprak kökenli iki fungus *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium solani*' ye karşı zeytin fabrikası atık suyu (OMW) ve bazı bakteriyel türlerin etkisi, *in vitro* ve *in vivo* koşullarda denemeye alınmış, OMW ve polifenollerin *R. solani*' ye karşı yüksek seviyede antifungal aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Yangui ve ark. 2008). Benzer bir çalışmada zeytin fabrikasının katı ve sıvı atıklarının (OMW) başarılı bir şekilde kompostlanmasıyla bu kompostların *F. oxysporum* f. sp. *melonis*' e karşı baskılayıcı etki gösterdiği bildirilmiştir (Aviani ve ark. 2010).

Aspergillus spp. ile *Bacillus* spp. izolatlarının yapılan çalışmalarda, gerek *in vitro* gerekse *in vivo* koşullarda birçok bitkide sorun olan fungal hastalık etmeni *Fusarium oxysporum*' un gelişimini engelledikleri ortaya konulmuştur (Chang ve ark., 2007; Idris ve ark., 2007; Suarez-Estrella ve ark., 2007; Yangui ve ark., 2008; Kotan ve ark., 2009; Dukare ve ark., 2011; Hariprasad ve ark., 2011; Yu ve ark., 2011; Pereira ve ark., 2011; Li ve ark., 2012). Yapılan birçok çalışmada antagonist bakteri izolatlarının antibiosis, siderofor üreterek demir için rekabet, bitki gelişiminin ve dayanıklılığın teşvik edilmesi gibi mekanizmalarla hastalığın engellenmesinde etkili oldukları gösterilmiştir (Scher ve Baker, 1980; Elad ve Baker, 1985; Neilands, 1986; Schppers ve ark., 1987; Fravel, 1988; Weller, 1988; Tüzün ve Kloepper, 1994; Yiğit ve ark., 2007; Yogev ve ark., 2010; Dukare ve ark., 2011; Hariprasad ve ark., 2011; Yu ve ark., 2011; Zhao ve ark., 2011).

4.2.2 Ön İnkübasyon Süresinin Bakterilerin Antagonist Potansiyelleri Üzerine Olan Etkinliği

Bu çalışmada, bakterilerin ön inkübasyon süresiyle antagonistik potansiyelleri arasındaki ilişki, FOM'e karşı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ön inkübasyon süresiyle (1, 24, 48 ve 72 saat) bakterilerin antagonistik potansiyelleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Seçilmiş bazı bakteri izolatların, *in vitro* koşullarda fungal hastalık etmeninin gelişimini engellemesi üzerine ön inkübasyon sürelerinin etkisi

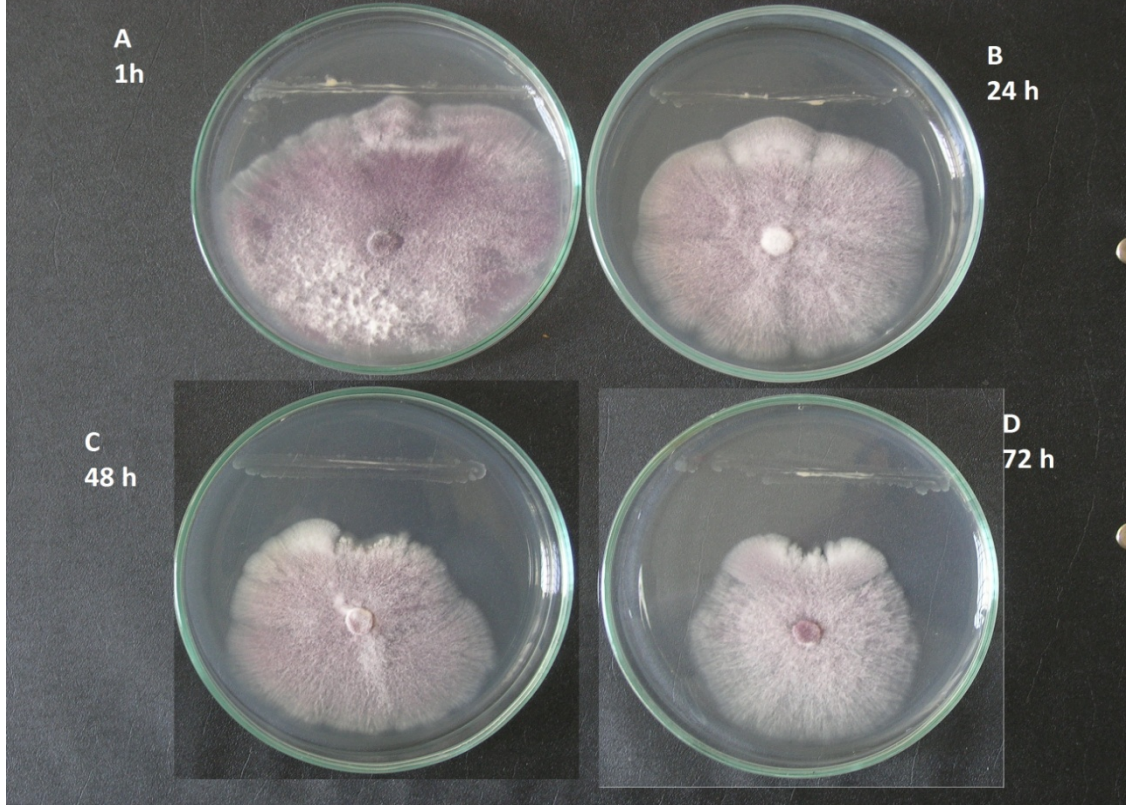
Ön İnkübasyona Bağlı Miselyal Gelişim (cm)				
Bakteriyel İzolatlar	1h	24h	48h	72h
Kontrol	3.80bA	3.76cA	3.83dA	4.0cA
<i>P. luminescens</i> (K1B:1:6:1)	2.4aB	2.30aAB	2.10aAB	2.06aA
<i>B. megaterium</i> (K2B:1:5:1)	3.40bC	3.10bC	2.36aB	2.13aA
<i>B. pumilis</i> (K3B:1:5:1)	2.83aB	2.63abAB	2.73bAB	2.36aA
Tanısız (K5B:3:7:1)	3.76bB	3.60cB	3.43cAB	3.13bA

Bakteri izolatları , PDA besi yerine patojen inokulasyonundan 1, 24, 48 ve 72 saat önce çizilmiştir. Engelleme bölgeleri ölçülerek kontrol petrilerdeki gelişmeye göre engelleme oranları (%) hesaplanmıştır. Elde edilen değerler, 5 farklı petri kabında ölçümlerin ortalaması olup, deneme farklı zamanlarda 2 kez tekrar edilmiştir. Aynı sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki benzer küçük harfler ile aynı satır içerisinde yer alan değerlerin yanındaki büyük harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Tukey's Test, $P \leq 0.05$).

Ön inkübasyon süresinin, antagonistik potansiyeli üzerine olan etkinliğinin belirlenmesi amacıyla rastgele seçilen *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1), *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1), *Bacillus pumilis* (K3B:1:5:1) ve K5B:3:7:1(Tanısı yapılamamış) izolatları denemede kullanılmıştır. Bu izolatlar arasında en iyi etkiyi

Bacillus megaterium (K2B:1:5:1) izolatu gösterirken bunu sırasıyla K5B:3:7:1 (Tanısı yapılamamıştır), *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1) ve *Bacillus pumilis* (K3B:1:5:1) izolatları takip etmiştir.

Yapılan değerlendirmelerde en yüksek antagonistik etkiyi, *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1) izolatının 72. saatte gösterdiği ve miselyal gelişimin 2.06 cm olduğu, en düşük etkiyi ise 2.4cm ile 1. saatte gösterdiği belirlenmiştir. 24 ve 48. saatler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) izolatının en yüksek antagonistik etkiyi, 2.13cm ile 72. saatte gösterdiği, en düşük etkiyi ise 1. (3.40cm) ve 24. (3.10cm) saatte gösterdiği ve bu değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın görülmediği belirlenmiştir. *Bacillus pumilis* (K3B:1:5:1) izolatının en yüksek antagonistik etkiyi, 2.36cm ile 72. saatte ve en düşük etkiyi ise 2.83cm ile 1. saatte gösterdiği, 24 ve 48. saatler arasında görülen antagonistik etkinin istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmadağı belirlenmiştir. (Tanısı yapılamamış) K5B:3:7:1 izolatının en yüksek antagonistik etkiyi, 72. saatte gösterdiği (3.13cm), 1, 24 ve 48. saatler arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) izolatının *in vitro* ikili kültür testinde FOM' e karşı antagonistik potansiyeli üzerine ön inkübasyon süresinin etkisi. Bakteri izolatı PDA ortamına fungus inokulasyonundan; 1, 24, 48 ve 72 h önce ekilmiştir. İnokulasyondan 72 saat önce ön inkübasyona bırakılan petrilerde fungal gelişim azalmıştır.

Aynı ön inkübasyon süreleri arasında 1. saatte en yüksek antagonistik etkiyi *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1) ve *Bacillus pumilis* (K3B:1:5:1) (2.4, 2.83 cm) izolatları göstermiş olup bunu sırasıyla, *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) ve (Tanısı yapılamamış) K5B:3:7:1 izolatları takip etmiştir. 24. saatte en yüksek etki, 2.3cm ile *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1) ve en düşük etki ise 3.6cm ile (Tanısı yapılamamış) K5B:3:7:1 izolatları göstermiştir. Bu sürede *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) ve *Bacillus pumilis* (K3B:1:5:1) izolatları arasında antagonistik etkinin istatistiksel olarak önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir. 48 saatlik ön inkübasyonda en yüksek antagonistik etkiyi, *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1) ve *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) (2.10, 2.36cm) izolatları, en düşük etkiyi ise 3.43cm ile (Tanısı yapılamamış) K5B:3:7:1 izolatı göstermiştir. 72. saatte en yüksek etki *Photorhabdus-luminescens* (K1B:1:6:1), *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) ve

Bacillus pumilis (K3B:1:5:1) (2.06, 2.13, 2.36cm) izolatları , en düşük etkiyi ise 3.13cm ile (Tanısı yapılamamış) K5B:3:7:1 izolatu göstermiştir.

Ön inkübasyon süresinin antagonizm potansiyeli üzerine olan etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan genel değerlendirme sonucunda en yüksek etkiyi kodlu *Bacillus megaterium* (K2B:1:5:1) göstermiş olmakla birlikte antagonistik etki açısından değerlendirildiğinde *Photorhabdus-luminescens*' in (K1B:1:6:1) diğer izolatlar arasından en yüksek etkiyi gösterdiği belirlenmiştir.

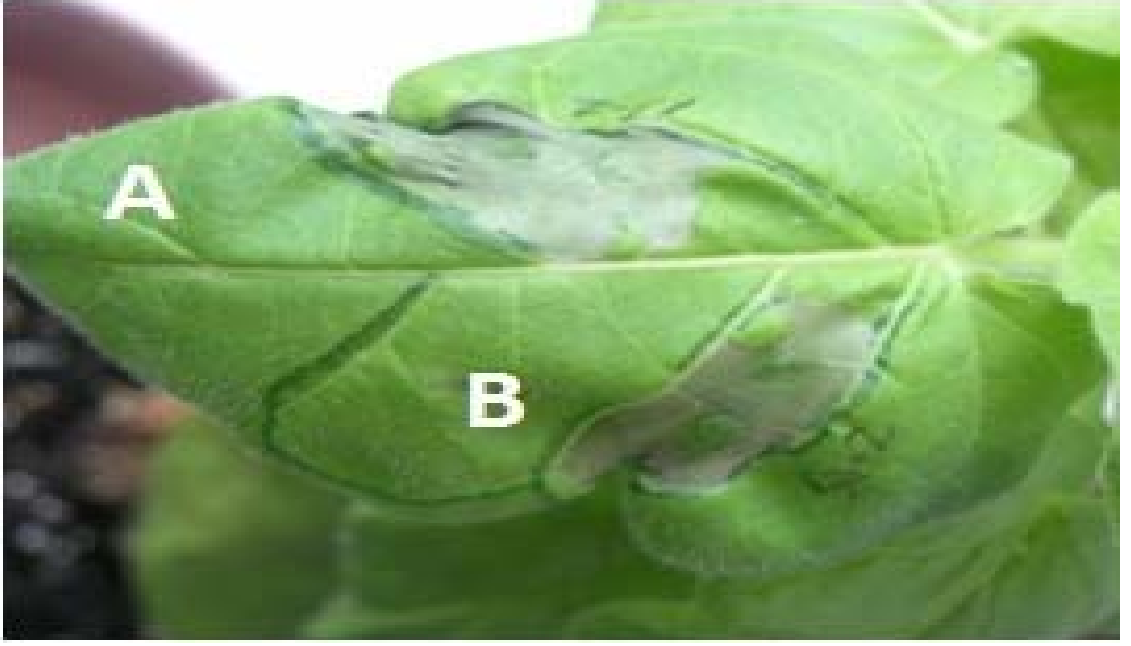
Ön inkübasyon süresinin, üretilen antifungal bileşiklerin konsantrasyonlarının yükselmesine katkıda bulunarak fungal etmenlerin miselyal gelişimlerinin engellenmesinde rol oynadığı yapılan diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Yoshida ve ark., 2001; Tekin, 2004; Soylu ve ark., 2005; Yılmaz, 2008).

4.3. Tütünde Aşırı Duyarlılık Testi (HR= Hypersensitive Reaction)

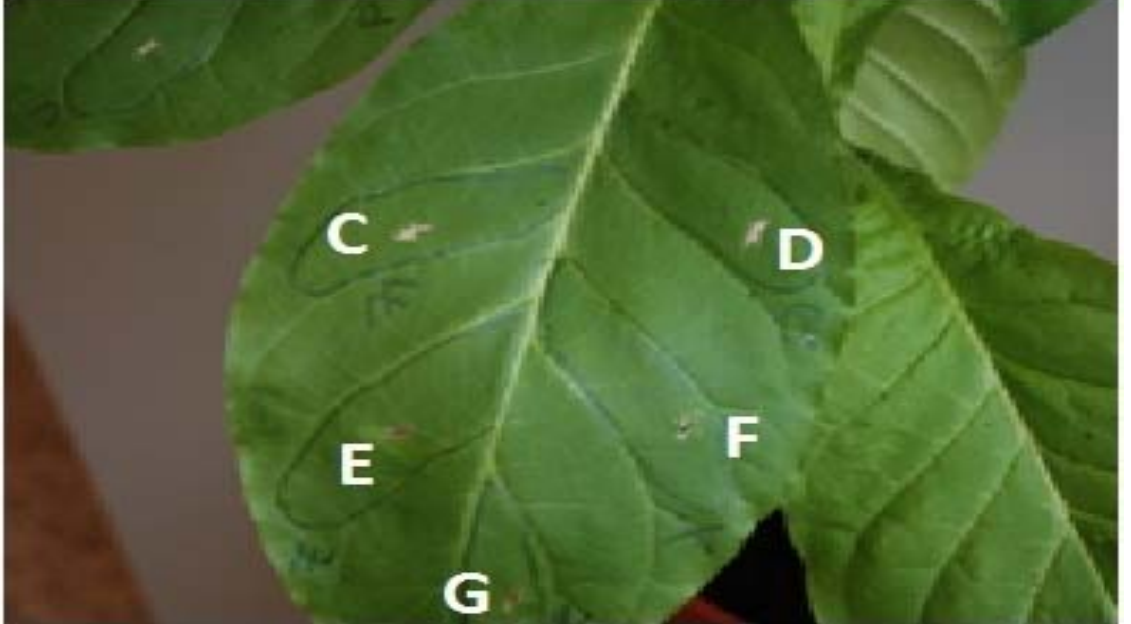
Kompost materyallerinden elde edilen 34 bakteriyel izolat arasından tanısı yapılabilen 15 izolat ile tütünde aşırı duyarlılık testi (HR) yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kullanılan izolatların (Çizelge 4.8) hiçbirisi HR göstermemiştir (Şekil 4.3 ve 4.4). Bu durum izole edilen antagonist bakterilerin hiçbirinin bitki patojeni olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.8. Tütünde aşırı duyarlılık testi (HR= Hypersensitive Reaction) için kullanılan bakteriler

İzolat Kodu	Tür Adı ve İndeks Değeri
K1B:0:7:1	<i>Bacillus cereus</i> (0.696), <i>B. thuringiensis-israelensis</i> (0.545)
K5B:0:5:1	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (0.591), <i>B. subtilis</i> (0.570)
K1B:1:6:1	<i>Photorhabdus- luminescens</i> (0.559)
K2B:1:5:1	<i>Bacillus megaterium</i> (0.573), <i>B. pumilis</i> (0.448)
K2B:1:5:2	<i>Bacillus cereus</i> (0.605), <i>B. thuringiensis-israelensis</i> (0.452)
K3B:1:4:3	<i>Rhodococcus-equi/ Corynebacterium hoagi</i> (0.469)
K3B:1:5:1	<i>Bacillus pumilis</i> (0.516), <i>B. megaterium</i> (0.379)
K5B:1:4:3	<i>Salmonella typhimurium</i> (0.167), <i>Aeromonas-salmonicida</i> (0.125)
K5B:1:5:1	<i>Bacillus subtilis</i> (0.601), <i>B. cereus</i> (0.435)
K3B:3:7:1	<i>Bacillus alcalophilus</i> (0.167), <i>Staphylococcus schleiferi</i> (0.158)
K5B:3:8:2	<i>Virgibacillus-pantothenhicus</i> (0.580), <i>B.subtilis</i> (0.416)
K1B:4:8:1	<i>Bacillus cereus</i> (0.281), <i>B. cereus</i> (0.261)
K3B:4:8:1	<i>Bacillus subtilis</i> (0.401), <i>B. pumilis</i> (0.376)
K4B:4:7:1	<i>Enterobacter- gergoviae</i> (0.620), <i>Escherichia coli</i> (0.574)
K5B:4:7:2	<i>Bacillus cereus</i> (0.676), <i>B. thuringiensis-israelensis</i> (0.490)



Şekil 4.3. Kompostlardan izole edilen bakterilerin tütün yapraklarına enjeksiyonları ve oluşan reaksiyonlar, A. Pozitif Kontrol (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) ve B. Negatif Kontrol (Steril saf su)



Şekil 4.4. Aday antagonist bakteriler C. *Enterobacter-gergoviae*, D. *Bacillus cereus*, E. *Salmonella typhimurum*, F. *Bacillus amyloliquefaciens*, G. *Bacillus subtilis*

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kompostlar ve kompost karışımları oldukça zengin ve etkili mikroorganizmalara konukçuluk eden organik materyallerdir. Bu nedenle Hatay ili ve çevresinde kavunlarda sorun olarak karşımıza çıkan *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM)' in mücadelesinde antagonistik potansiyele sahip mikroorganizmaların etkin bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan FOM' e karşı en yüksek düzeyde antagonistik potansiyele sahip olan *Penicillium* sp. (K3F:0:4:1), *Penicillium* sp. (K4F:0:5:2), *Penicillium* sp. (K4F:1:4:2) ve *Aspergillus niger* (K3F:2:4:3) fungal izolatlar, *Enterobacter gergoviae* (K4B:4:7:1), *Bacillus cereus* (K1B:4:8:1), *Salmonella typhimurium* (K5B:1:4:3), *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1) ve *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1) bakteriyel izolatlar olarak belirlenmiştir. Bakteriyel izolatlar arasından K5B:0:5:1, K1B:4:8:1 ve K3B:4:8:1 izolatlarının bu hastalık etmeninin kavun bitkisinde sebep olduğu kayıpları engellemede kullanılabilecek bir araca doğrudan (biyolojik preparat) dönüştürülebileceği, K4B:4:7:1 ve K5B:1:4:3 izolatların insan patojeni olma ihtimallerinden dolayı biyolojik savaş etmeni olarak kullanılamayacakları düşünülmektedir. Biyolojik mücadele kapsamında tüm kompostlar içerisinde bulundurdukları potansiyel mikroorganizmalar açısından zenginlik göstermekle birlikte, K4B:4:7:1 K4 (Mısır Slaj % 100) kompostundan, K5B:1:4:3 K5' ten (Pamuk Küspe % 100) izole edilmiş olduğundan bu kompostların doğrudan kullanılması önerilmemektedir. Kompostlardan izole edilen mikroorganizmaların laboratuvar koşullarında geliştirilen mikroorganizmalara oranla gerek ortama daha hızlı adaptasyon sağlaması gerekse minimum düzeyde yetiştirme şartlarına ihtiyaç duyulması nedeniyle biyolojik mücadeledeki başarı şanslarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Larkin ve ark., 1996). Pek çok *Bacillus* spp., antimikrobiyal bileşikler üretmelerinin yanı sıra, olumsuz çevre koşullarına dayanıklı spor oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Bu sporlar kolaylıkla uygun teknolojilerle biyolojik preparatlara dönüştürülerek birçok bitki hastalığının kontrolünde kullanılabilmektedir (Emmert ve Hendelsmann, 1999). Bu dönüşüm gerek bakteri hücresinin doğrudan kullanılması ile gerekse yapılacak olan kimyasal analizlerle belirlenecek olan bakterilerin üretmiş olduğu antimikrobiyal metabolit(ler) saflaştırılarak sentetik olarak üretilip biopreparat olarak kullanılabilir. Bu antagonistlerin *in vivo* koşullarda FOM' e karşı kullanılma potansiyellerinin

araştırılmasıyla biyolojik preparat olarak kullanıma en uygun olanın seçimi ve hastalığı engellemede kullandıkları mekanizmaların belirlenmesi üzerine çalışmalar gelecekte sürdürülmelidir.

KAYNAKLAR

- Abeysinghe, S., 2009. Use of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and rhizobacteria for suppression of Fusarium root and stem rot of *Cucumis sativus* caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis – cucumerinum*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, 42(1): 73-82.
- Ahmed, A.S., Perez-Sanches, C., Egea, C. and Candela, M.E., 1999. Evaluation of *Trichoderma harzianum* for controlling root rot by *Phytophthora capsici* in pepper plants. **Plant Pathology**, 48: 58-65.
- Akdoğan, M. 1969. Kavun ve Karpuzlarda solgunluk hastalığına (*Fusarium spp.*) karşı ilaçlı mücadele usulünün araştırılması. **Bitki Koruma Bülteni**, 9(2):123-129.
- Akhtar, M., S., Shakeel, U., Siddiqui, Z., A., 2010. Biocontrol of Fusarium wilt by *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas alcaligenes*, and *Rhizobium* sp. on lentil. **Turk J Biol**, 34: 1-7.
- Anonim, 2012. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Hatay İl Müdürlüğü internet sitesi.
- Aviani, I., Laor, Y., Medina, S.H., Krassnovsky, A., Raviv, M., 2010. Co-composting of solid and liquid olive mill wastes: Management aspects and the horticultural value of the resulting composts. **Bioresource Technology**, 101: 6699-6706.
- Bernal-Vicente, A., Ros, M., Tittarelli, F., Intrigliolo, F., and Pascual, J.A., 2008. Citrus compost and its water extract for cultivation of melon plants in greenhouse nurseries. Evaluation of nutriactive and biocontrol effects. **Bioresource Technology**, 99 : 8722–8728.
- Blancard, D., Lecoq, H., Pitrat, M., 1995. Maladies des cucurbitaceous. INRA **Revue Horticulture**, ISBN 2-7380-0311-7, France.
- Bremer, H., 1944. Über Welkekrankheiten in Südwest Anatolien, İstanbuler schriften. 40pp.
- Bora, T., Ozaktan, H., Göre, E., and Aslan, E., 2004. Biological Control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis* by Wettable Powder Formulations of the two Strains of *Pseudomonas putida*. **J. Phytopathology**, 152, 471-475.
- Cavigelli, M.A., Thien, S.J., 2003. Phosphorus bioavailability following incorporation of green manure crops. **Soil Science Society of America Journal**, Volume 67, Issue 4, Pages : 1186-1194.
- Chang, W-T., Chen Y-C., Jao, C-L., 2007. Antifungal activity and enhancement of plant growth by *Bacillus cereus* grown on shellfish chitin wastes. **Bioresource Technology**, 98 : 1224-1230.
- Chef, D.G., Hoitink, H.A.J., Madden, L.V., 1983. Effects of organic components in container media on suppression of Fusarium wilt of chrysanthemum and flax. **Phytopathology**, 73, 314-322.
- Chen, C., Belanger, R.R., Benhamou, N. and Paulitz, T.C., 2001. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) *Pythium aphanidermatum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, 56: 13-23.
- Cheuk, W., Kwang, V.L., Copeman, R., Joliffe, P. and Fraser, S., 2005. Disease suppression on greenhouse tomatoes using plant waste compost. **Journal of Enviromental Science and Health Part B**, 40 : 449-461.
- Chung, Y.R., Hoitink, H.A.J., 1990. Interactions between thermophilic fungi and

- Trichoderma hamatum in suppression of Rhizoctonia damping-off in a bark compost-amended container medium. **Phytopathology**, 80 : 73-77.
- Chupp, C., 1930. Fusarium wilt of muskmelon. **Plant Dis. Rep.**, 14:160.
- Conklin, A.E., Susan, M.E., Liebman, M., Lambert, E.D., Gallandt, R., & William, Halteman, A., 2002. Effects of red clover (*Trifolium pratense*) green manure and compost soil amendments on wild mustard (*Brassica kaber*) growth and incidence of disease. **Plant and Soil**, 238: 245-256.
- Cuesta, G., 2010. Isolation and identification of actinomycetes from a compost-amended soil with potential as biocontrol agents. **Journal of Environmental Management xxx** : 1-5.
- De Cal, A., Szejnberg, A., Sabuquillo, P., Melgarejo, P., 2009. Management *Fusarium* wilt on melon and watermelon by *Penicillium oxalicum*. **Biological Control**, 51: 480-486.
- De Ceuster, TJJ., Hoitink, HAJ., 1999. Using compost to control plant diseases. **Biocycle**, 40:61-63.
- Di Primo, P., Gamliel, A., Austerweil, M., Steiner, B., Beniches, M., Peretz-Alon, I. and Katan, J., 2003. Accelerated degradation and consequences for pathogen control. **Crop Protection**, 22: 635-646.
- Duniway, J.M. 2002. Status of chemical alternatives to methyl bromide for preplant fumigation of soil. **Phytopathology**, 92: 1337- 1343.
- Dukare, A., S., Prasanna, R., Dubey, S., C., Nain, L., Chaudhary, V., Singh, R., Saxena, A., K., 2011. Evaluating novel microbe amended composts as biocontrol agents in tomato. **Crop Protection**, 30: 436-442.
- Elad, Y. and Baker, R., 1985. The role of competition for iron and carbon in suppression of clamydospore germination of *Fusarium* spp. by *Pseudomonas* spp. **Phytopathology**, 75: 1053-1059.
- Emmert, E.A.B., and Handelsman, J., 1999. Biocontrol of plant disease: a (Gram -) positive perspective. **FEMS Microbiological Letters**, 171: 1-9.
- Epstein, E., 1997. The science of composting. **Technomic Publications, Lancaster, PA.**
- Erhart, E., Burian, K., Hartl, W. and Stich, K., 1999. Suppression of *Pythium ultimum* by biowaste composts in relation to compost microbial biomass, activity and content of phenolic compounds. **Journal of Phytopathology**, 147: 299-305.
- Erzurum K., Taner, Y., Secer, E., Yanmaz, R., Maden, S., 1999. Occurance of races of *F. oxysporum f.sp. melonis* causing wilt on melon in Central Anatolia. **Journal of Turkish Phytopathology**, 28(3): 87-97.
- Evcil, F. ve Yalcın, O. Ege Bölgesinde kavunlarda görülen solgunluk etmeni fungusların tespiti üzerinde ön araştırmalar. **Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı**, 11:78, (1977).
- Fantino, M.G., Zengin, H., 1975. Ricerche sull'agente dell'avvizzimento del cocomero e del melone. **Informatora. Fitopatologico**, XXIV (7):1-10.
- Filiz, N., Öz, S., Ege bölgesinde kavun solgunluk (*Fusarium oxysporum f.sp. melonis*) hastalığının mücadelesinde biyoteknik yöntemlerin kullanılması üzerinde araştırmalar (Proje no: BK/96/04/08207, Gelişme raporu), Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, (1996).
- Fravel, D.R., 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, 26: 75-91.

- Frindlender, M., Inbar, J. and Chet, I., 1993. Biological control of soil borne plant pathogens by a *Bacillus subtilis* 1,3-glucanase-producing *Pseudomonas cepacia*. **Soil Biology and Biochemistry**, 25: 1211-1221.
- Fritch, A., Zebarth, B.J. and Szeto, S.Y., 1998. Behavior of the soil fumigant methyl isothiocyanate in repacked soil columns. **J. Environqual**, 27:1158-1169.
- Gorodecki, B., Hadar, Y., 1990. Suppression of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in container media containing composted separated cattle manure and composted grape marc. **Crop Protection**, 9: 271-274.
- Groos, E., Kiltz, H. and Nebelin, E., 1973. Subtilin IV: the Structure of subtilin. **Z. Physiol. Chem.**, 354: 810-812.
- Hadar, Y. and Mandelbaum, R., 1986. Suppression of *Pythium aphanidermatum* damping-off in container media containing composted liquorice roots. **Crop Protection**, 5: 88-92.
- Hadar, Y., Gorodecki, B., 1991. Suppression of germination of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in compost. **Soil Biol. Biochem.**, 23: 303-306.
- Hardy, G., Sivasithamparam, K., 1991. Suppression of Phytophthora root rot by a composted eucalyptus bark mix. **Aust. J. Bot.** 39: 153-159.
- Hariprasad, P., Divakara, S.T., Niranjana, S.R., 2011. Isolation and characterization of chitinolytic rhizobacteria for the management of Fusarium wilt in tomato. **Crop Protection**, 30: 1606-1612.
- Heerden, V. I., Cronje, C., Swart, S.H., Kotze, J.M., 2002. Microbial, chemical and physical aspects of citrus waste composting. **Bioresource Technology**, 81: 71-76.
- Hoitink, H.A.J., Fahy, P.C., 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. **Annu. Rev. Phytopathol**, 24, 93-114.
- Hoitink, H.A.J., Boehm, M.J., Hadar, Y., 1993. Mechanisms of suppression of soilborne plant pathogens in compost-amended substrates. In: Hoitink, H.A.J., Keener, H.M. (Eds.), *Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects*. Renaissance Publications, Worthington, OH, pp. 601-621. *anual de cultivo sin suelo*. Universidad de Almeri'a, Spain.
- Hoitink, H.A.J., and Grebus, M.E., 1997. Composts and the control of plant diseases. In: Hayes M.H.B. and Wilson, W.S. (eds). *Humic Substances in Soils, Peats and Waters: Health and Environmental Aspects* (pp. 359-366). Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Hoitink, H.A.J., Boehm, M.J., 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. **Annu. Rev. Phytopathol**, 37: 427-446.
- Hoitink, H.A.J., Krause, M.S., Han, D.Y., 2001. Spectrum and mechanisms of plant disease control with compost. In: Stofella, P.J., Kahn, B.A., (eds), *Compost utilization in horticultural cropping systems*. lewis publishers, boca raton, florida, p. 263.
- Idris, H.A., Labuschagne, N., Korsten, L., 2007. Screening rhizobacteria for biological control of Fusarium root and crown rot of sorghum in Ethiopia. **Biological Control**, 40: 97-106.
- Inbar, Y., Chen, Y. and Hoitink, H.A.J., 1993. Properties for establishing standards for utilization of composts in container media. In: Hoitink, H.A.J. and Keener, H.M., (eds). **Science and Engineering of Composting** (pp. 668-694) Renaissance Publications, Worthington, O.H.

- Jones, B.D., Ghorri, N., and Falkow S., 1994. Salmonella typhimurium initiates murine infection by penetrating and destroying the specialized epithelial M cells of the Peyer's patches. **The Journal of Experimental Medicine** 180 (1): 15.
- Kannangara, t., Utkhede, R., Paul, J.W., and Punja, Z.K., 2000. Effects of mesophilic and thermophilic composts on suppression of fusarium root and stem rot of greenhouse cucumber. **Canadian Journal of Microbiology**, 46: 1021-1028.
- Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E., Eken, C., 2009. Biological control of the potato dry rot caused by Fusarium species using PGPR strains. **Biological Control**, 50:194-198.
- Kurt S., Baran, B., Sarı, N., and Yetişir, H., 2002. Physiologic races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* in the Southeastern Anatolia Region of Turkey and varietal reactions to races of the pathogen. **Phytoparasitica**, 30(4): 395-402.
- Kwok, O.C.H., Fahy P.C., Hoitink, H.A.J., and Kuter, G.A., 1987. Interactions between bacteria and *Trichoderma hamatum* in suppression of *Rhizoctonia* damping-off in bark compost media. **Phytopathology**, 77:1206-1212.
- Landa, B.B., Hervas, A., Bettiol, W. and Jimenes-Dias, R.M., 1997. Antagonist activity of bacteria from the chickpea rhizosphere against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*. **Phytoparasitica**, 25: 305-318.
- Landa, B.B., Navas-Cortes, J., A., and Jimenez-Diaz, R., M., 2004. Influence of temperature on plant-rhizobacteria interactions related to biocontrol potential for suppression of fusarium wilt of chickpea. **Plant Pathology**, 53: 341-352.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L. And Martin, F.N., 1993. Effect of successive watermelon planting on *Fusarium oxysporum* and other microorganisms in soil suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. **Phytopathology**, 83: 1097-1105.
- Larkin, R.P., Hopkins, D.L. And Martin, F.N., 1996. Suppression of *Fusarium oxysporum* and other microorganisms recovered from a disease-suppressive soil. **Phytopathology**, 86: 812-819.
- Leach, J., 1933. A destructive Fusarium Wilt of muskmelons. **Phytopathology**, 23:554-556
- Lelliott, R.A. and Stead, D.E., 1987. Methods for the diagnosis of bacterial disease of plants. (T. F. Preece, Editör). In: **Methods in plant pathology**, Blackwell Scientific Publications, 2: 176-177, Oxford.
- Lemanceau, P. and Alabouvette C., 1991. Biological control of fusarium diseases by fluorescent *Pseudomonas* and non-pathogenic *Fusarium*. **Crop Protection**, Volume 10, Issue 4, Pages 279-286.
- L' Haridon, F., Aime, S., Alabouvette, C., Olivain, C., 2007. Lack of biocontrol capacity in a non-pathogenic mutant of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. **Eur J Plant Pathol** , 118:239-246.
- Li, L., Ma, J., Li, Y., Wang, Z., Gao, T., Wang, Q., 2012. Screening and partial characterization of Bacillus with potential applications in biocontrol of cucumber Fusarium wilt. **Crop Protection**, 35: 29-35.
- Litterick, AM, Harrier, L., Wallace, P., Watson, CA., Wood, M., 2004. The role of uncomposted materials, composts, manures, and compost extracts in reducing pest and disease incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production- a review. **Crit Rev Plant Sci** , 23:453-479.
- Loper, J.E., Nowak-Thompson, B., Whistler C.A., Hagen, M.J., Corbell, N.A., Henkels M.D. and Stockwell V.O. 1997. Biological control mediated by antifungal metabolite production and resource competition: an overview. (K. Kobayashi, Y.

- Homma, F. Kodama, N. Kondo, and S. Akino, Editörler). In: **Plant growth-promoting rhizobacteria: Present Status and Future Prospects**, pp. 73–79, OECD, Paris, France.
- Lumsden, R. D., Lewis, J. A. and Millner, P. D., 1983. Effect of Composted Sewage Sludge on Several Soilborne Pathogens and Disease. **Phytopathology**, 73: 1543-1548.
- Lopez-Mondejar, R., Bernal-Vicente, A., Ros, M., Tittarelli, F., Canali, S., Intrigliolo, F., Pascual, J., A., 2010. Utilisation of citrus compost-based growing media amended with *Trichoderma harzianum* T-78 in *Cucumis melo* L. seedling production. **Bioresource Technology**, 101: 3718-3724.
- Magid, J., Kjaergaard, C., 2001. Recovering decomposing plant residues from the particulate soil organic matter fraction: size versus sediment density separation. **Biology and Fertility of Soils**, Volume 33, Issue 3, pp 252-257.
- Mandelbaum, R., Hadar, Y., and Chen, Y., 1988. Composting of agricultural wastes for their use as container media: effect of heat treatments on suppression of *Pythium aphanidermanum* and microbial activities in substrates containing compost. **Biological Wastes**, 26: 261-274.
- Mandelbaum, R., Hadar, Y., 1990. Effects of available carbon source on microbial activity and suppression of *Pythium aphanidermatum* in compost and peat container media. **Phytopathology**, 80: 794-804.
- Markakis, E. A., Tjamos, S. E., Chatzipavlidis, I., Antoniou, P.P., and PAPLOMATAS, E. J., 2008. Evaluation of Compost Amendments for Control of Vascular Wilt Diseases. **J. Phytopathology**, 156:622–627.
- Martin, F.N. 2003. Development of Alternative Strategies For Management of Soilborne Pathogens Currently Controlled With Methyl Bromide. *Annu. Rev. Phytopathol.* 41:325-350.
- McGovern, R.J., Vavrina, C.S., Noling, J.W., Datnoff, L.A., Yonce, H. 1998. Evaluation of application methods of Metham sodium for management of fusarium crown rot and root rot in tomato in southwest Florida . *Plant Disease*, 82: 919- 923.
- Miller, F.C., and Metting, F.B., Jr, 1992. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: Metting F., Jr, (ed). *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*, (pp. 515-544) Marcel Dekker, New York.
- Minuto, A., Minuto, G., Migheli, Q., Mocioni, M., and Gullino, M., L., 1997. Effect of antagonistic *Fusarium* spp. and of different commercial biofungicide formulations on Fusarium wilt of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Crop Protection**, Vol. 16, No 8, pp. 765-769.
- Neilands, J.B., 1986. Siderophores in relation to plant growth and disease. **Annual Review of Plant Physiology**, 37: 187-208.
- Noble, R., Coventry, E., 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review. **Biological Science and Technology**, 15: 3-20.
- Öz, S., Ege Bölgesinde kavun solgunluk (*Fusarium oxysporum f.sp. melonis*) hastalığının mücadelesinde biyoteknik yöntemlerin kullanılması üzerinde araştırmalar (1996 yılı gelişme raporu), Proje no. BK/06/04/08/28-3, (1996).
- Palleroni, N.J., 1984. *Pseudomonas*. (N.R. Krieger, and J.G. Holt, Editörler). In: **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, The Williams & Wilkins, 1: 141-199. Baltimore.

- Pascual, J.A., Hernandez, T., Garcia, C., De Leij, F.A.A.M., Lynch, J.M., 2000. Long-term suppression of *Pythium ultimum* in arid soils using fresh and composted municipal wastes. **Biol. Fert. Soils**, 30: 478-484.
- Paulitz, C.P. and Belanger, R.R., 2001. Biological control in greenhouse. **Annual Review of Phytopathology**, 39: 103-133.
- Pereira, P., Ibanez, S.G., Agostini, E., Etcheverry, M., 2011. Effects of maize inoculation with *Fusarium verticillioides* and with two bacterial biocontrol agents on seedlings growth and antioxidative enzymatic activities. **Applied Soil Ecology**, 51: 52-59.
- Phae, C.G., Saski, M., Shoda, M., Kubota, H., 1990. Characteristic of *Bacillus subtilis* isolated from composts suppressing phytopathogenic micro-organisms. **Soil Sci. Plant.Nutr.**, 36: 575-586.
- Raviv, M., Reuveni, R., Zaidman, B.Z., 1998. Improved medium for organic transplant. **Biol. Agric. Hort.**, Volume16, Issue 1, pages: 53-64.
- Raviv, M., 2005. Production of high-quality composts for horticultural purposes a mini-review. **Hort Technology**, 15: 52-57.
- Raviv, M., Oka, Y., Katan, J., Hadar, Y., Yogev, A., Medina, S., Krasnovsky, A., and Ziadna, H., 2005. High-nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. **Bioresource Technology**, 96: 419-427.
- Reuveni, R., Raviv, M., Krasnovsky, A., Freiman, L., Medina, S., Bar, A., Orion, D., 2002. Compost induces protection against *Fusarium oxysporum* in sweet basil. **Crop protection**, 21: 583-587.
- Robledo E.A., Borneman, J., and Triplett E.W. 1998. Effects of bacterial antibiotic production on rhizosphere microbial communities from a culture-independent perspective. **Applied Environmental Microbiology**, 64: 5020-5022.
- Saeed, I.A.M., Rouse, D.I., Harkin, J.M., and Smith, K.P., 1997. Effectes of soil water content and soil temperature on efficacy of metham-sodium against *Verticillium dahliae*. **Plant Dis.**, 81: 773-776.
- Sağır, A., Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kavun ve karpuzlarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. **Bitki Koruma Bülteni**, 28(3-4): 141-150, (1988).
- San-Blas, E., Carillo, Z., and Parra, Y., 2012. Effect of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* bacteria and their exudates on *Moniliophthora roreri*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, Vol. 45: 1950-1967.
- Sanders, W.E., Sanders, C.C., 1997. *Enterobacter* spp. Pathogens poised to flourish at the turn oft he century. **Clin Microbiol Rev**, 10: 220.
- Santos, M., Dianeze, F., Gonzalezdelvalle, M., Tello, J.,C., 2008. Grape marc compost: microbial studies and suppression of soil-borne mycosis in vegetable seedlings. **World J Microbiol Biotechnol**, 24:1493-1505.
- Sasser, M. 1990. Identification of bacteria through fatty acid analyses. (Z. Klement, K. Rudolph, D.C. Sands, Editör). In: **Methods in Phytobacteriology**. Academiai Kiado, Budapest, pp. 199– 204, Hungary.
- Sengupta, S., Banerjii, A.B. and Bode, S.K., 1971. Γ -Glutamyl and D-or L-peptide linkages in mycobacillin, a cyclic peptide antibiotic. **Biochemical Journal**, 121: 839-846.
- Scher, F.M. and Baker, R., 1980. Mechanism of biological control in a *Fusarium*-suppressive soil. **Phytopathology**, 70: 412-417.

- Schppers, B., Bakker, A.W. and Bakker, P.A.H.M., 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. **Annual Review of Phytopathology**, 25: 339-358.
- Schreuder, W., Lamprecht, S.C., and Holz, G., 2000. Race determination and vegetative compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* from South Africa. **Plant Disease**, 84:231-234.
- Shapiro-Ilan D., I., Reilly C., C., and Hotchkiss M., W., 2009. Suppressive effects of metabolites from *Photorhabdus* and *Xenorhabdus* spp. on phytopathogens of peach and pecan. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, 42(8): 715-728.
- Singleton, L.L., Mihail, J.D., and Rush, C.M. 1992. **Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi**, APS Press, St. Paul, Minnesota, 265 pp.
- Soran, H., 1975. Ankara, Edirne, Sakarya illerinde kavun solgunluk hastalığı, fungal etmenlerinin tebiti, dağılışları, bunlardan *Fusarium* türlerinin tanımı ve patojenisiteleri üzerinde araştırmalar (Doçentlik tezi) AÜ Ziraat Fakültesi (Basılmamış).
- Soylu, S., Soylu, E.M., Kurt, Ş., and Ekici, Ö.K. 2005. Antagonistic Potentials Of Rhizosphere-Associated Bacterial Isolates Against Soil-Borne Diseases of Tomato and Pepper Caused By *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 8: 43-48.
- Stock, I., Grüger, T., Wiedemann, 2001. Natural antibiotic susceptibility of strains of the *Enterobacter cloacae* complex. **Inter Antimicrobial Agents**, 18: 207.
- Suarez-Estrella, F., Elorrieta, M.A., Vargas-Garcia, M.C., Lopez, M.J., Moreno, J., 2001. Selective isolation of antagonist micro-organisms of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Biological Control of Fungal and Bacterial plant Pathogens. **IOBC wprs Bullet**, 24 (3), 109-112.
- Suarez-Estrella, F., Vargas-García, C., Lo'pez, M.J., Capel, C and Moreno .J. 2007. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. **Crop Protection**, 26: 46–53.
- Tamietti, G., Valentino, D., 2006. Soil solarization as an ecological method for the control of *Fusarium* wilt of melon in Italy. **Crop Protection**, 25: 389-397.
- Tekin, Ş., 2004. **Farklı Biber Ekim Alanlarında Yetiştirilen Bitkilerin Rizosferlerinden İzole Edilen Antagonist Bakterilerin Bazı Fungal Patojenlerin Gelişimi Üzerine Etkinlikleri**. Yüksek Lisans Tezi., Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. 52 sayfa.
- Thomashow, L. S. and Weller, D. M., 1996. Current concepts in the use of introduced bacteria for biological disease control: Mechanisms and antifungal metabolites. (G. Stacey, and N.T. Keen, Editörler). In: **Plant Microbe Interactions**, Chapman and Hall, 1: 187-235, New York.
- Thomashow, L.S., Bonsall, R.F., and Weller, D.M. 1997. Antibiotic production by soil rhizosphere microbes in situ. (C.J. Hurst, G.R. Knudsen, M.J. Mcinerney, L.D Stetzenbach, M.V. Walter Editörler). In: **Manual of Environmental Microbiology**, ASM Press, 493-499. Washington DC.
- Tok, F.M., Kurt, S., 2010. Pathogenicity, vegetative compatibility and amplified fragment length polymorphism (AFLP) analysis of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis-cucumerinum* isolates from Turkish greenhouses. **Phytoparasitica**, 38: 253-260.

- Trillas-Gay, M.I., Hoitink, H.A.J., and Madden, L.V., 1986. Nature of suppression of fusarium wilt of radish in container medium amended with composted hardwood bark. **Plant Disease**, 70: 1023-1027.
- Tuiter, G., Szeech, M., Bollen, G.J., 1998. Suppression of *Rhizoctonia solani* in potting mixtures amended with compost made from organic household waste. **Phytopathology**, 88: 764-763.
- Tuzun, S. and Klopfer, J.W., 1994. Induced systemic resistance by plant growth-promoting rhizobacteria. (M.H. Ryder, P.M. Stephens and G.D. Bowen, Editörler). In: **Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria**, CSIRO Division of Soil, Glen Osmond, 104-109, Australia.
- Tuik. 2010. www.tuik.gov.tr
- Walker, J.E. and Abraham, E.P., 1970. Isolation of bacilysin and a new amino acid from culture filtrates of *Bacillus subtilis*. **Biochemical Journal**, 118: 557-563.
- Weller, D.M., 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, 26: 379-407.
- Widmer, T.L., Graham, J.H., Mitchell, D.J., 1999. Composted municipal solid wastes promote growth of young citrus trees infested with *Phytophthora nicotianae*. **Compost Sci. Util.** 7:6-16.
- Workneh, F. Bruggen, V., Drinkwater, A.H.C., Sherman, L.E.C., 1993. Variables associated with a reduction in corky root and *Phytophthora* root rot of tomatoes in organic compared to conventional farms. **Phytopathology**, 83: 581-589.
- Vitullo, D., Di Pietro, A., Romano, A., Lanzotti, V., and Lima, G., 2012. Role of new bacterial surfactins in the antifungal interaction between *Bacillus amyloliquefaciens* and *Fusarium oxysporum*. **Plant Pathology**, 61: 689-699.
- Yangui, T., Rhouma, A., Mohamed A.T., Gargouri, K., Bouzid, J., 2008. Control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* using olive mill waste water and some of its indigenous bacterial strains. **Crop Protection**, 27: 189-197.
- Yazıcı, Y., Aydın, F., Tosun, I., Kaklıkkaya, N., Çaylan, R., Köksal, I., 2004. Klinik örneklerden izole edilen *Enterobacter* suşlarının çeşitli antibiyotiklere direnç oranları. **Türk Mikrobiyal Cem Derg**, 34:29-32.
- Yıldız, M., 1977. Ege Bölgesinde kavun solgunluk etmeninin patojenisitesi, ırkları ve yerli çeşitlerin dayanıklılıklarının saptanması üzerinde araştırmalar (Doçentlik Tezi), E.Ü. Ziraat Fakültesi, Fitopatoloji ve Ziraat Botanik Kürsüsü (Basılmamış).
- Yılmaz, S., 2008. Domates Bitkilerinde Sorun Toprak Kökenli Bazı Fungal Hastalık Etmenleri İle Mücadelede Kök Bakterilerinin Kullanılma Potansiyellerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. 61 sayfa.
- Yiğit, F., 2007. Patojen Olmayan *Fusarium* Türleri İle Domateste *Fusarium* Kök Çürüklüğü Hastalığının Biyolojik Kontrolü Üzerinde Bir Araştırma. **Ziraat Fakültesi Dergisi**, 21(42):59-63.
- Yogev, A., Raviv, M., Hadar, Y., Cohen, R. And Katan, J., 2006. Plant waste-based composts suppressive to diseases caused by pathogenic *Fusarium oxysporum*. **European Journal of Plant Pathology**, 116:267-278.
- Yogev, A., Raviv, M., Hadar, Y., Cohen, R., Wolf, S., Gil, L., Katan, J., 2010. Induced resistance as a putative component of compost suppressiveness. **Biological Control**, 54: 46-51.

- Yoshida, S., Hiradate, S., Tsukamoto, T., Hatakeda, K. and Shirata, A., 2001. Antimicrobial activity of culture filtrate of *Bacillus amyloliquefaciens* RC-2 isolated from mulberry leaves. **Phytopathology**, 91: 181-187.
- Yu, X., Chengxiang, A., Li, X., Guangfang, Z., 2011. The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on Fusarium wilt and promotes the growth of papper. **European Journal of Soil Biology**, 47: 138-145.
- Yücel, S., Pala, H., Sarı, N. ve Abak, K., 1994. Determination of *F. oxysporum f.sp. melonis* races in the East Mediterranean Region of Türkiye and response of some melon genotypes to the disease. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası-Türkiye. Pp:87-89.
- Yücel, S., Elekcioglu, İ.H., Can, C., Sogut, M.A., and Ozarslandan, A. 2007. Alternative Treatments to Methylbromide in Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turk J. Agric.For.* 31:47-53.
- Zhao, Q., Dong, C., Yang, X., Mei, X., Ran, W., Shen, Q., Xu. Y., 2011. Biocontrol of *Fusarium* wilt disease for *Cucumis melo* melon using bio-organic fertilizer. **Applied Soil Ecology** , 47: 67-75.

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, laboratuvar çalışmaları ve yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen, değerli fikirleriyle bana yol gösteren, çalışmalarımı yönlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Emine Mine SOYLU' ya teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Bakteriyel izolatların teşhis edilmesi ve kültüre alınıp saklanması gibi laboratuvar çalışmalarına yardımcı olan Yrd. Doç. İmam Adem BOZKURT' a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmamı destekleyen Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı' na teşekkür ederim.

Kompost materyallerinden izolasyon, deneme hazırlıkları ve her türlü laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Zir. Müh. Nilay AYHAN DALKILIÇ ve Zir. Müh. Nurçin SOYLAR' a teşekkür ederim.

Tezin yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli meslektaşım Zir. Yük. Müh. İmadettin ÖZKAYA' ya çok teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım süresince gerek maddi gerekse manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli aileme, her zaman yanımda hissettiğim ve hissedeceğim abim Volkan ÇAKIRBEY ve annem Nimet ÇAKIRBEY' e sonsuz teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

12.06.1984 tarihinde Adana’ da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana’ da tamamladım. 2005 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği bölümünü kazandım. 2009 yılı Ziraat Mühendisliği/Bitki Koruma alt programını ikincilikle bitirdim. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimime başladım. 2011 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Altınözü İlçe Tarım Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak göreve başladım. Halen aynı yer ve pozisyonda görevimi devam ettirmekteyim.

EK-1**Patates Dekstroz Agar (PDA)**

Haşlanmış Patates	200 g/l
Dekstroz	20 g/l
Agar	15 g/l

Nutrient Agar (NA)

Meat extract	1 g/l
Maya ekstraktı	2 g/l
Peptone	5 g/l
Sodyum klorid	5 g/l
Agar	15 g/l

Czapek- Dox Agar (CDA)

Sukroz	30 g/l
Sodyum nitrat	3 g/l
Potasyum hidrojen-fosfat	1 g/l
Agar	13 g/l

Tryptone Soya Agar (TSA)

Tryptone	15 g/l
Soya peptone	5 g/l
Sodyum klorid	5 g/l
Agar	15 g/l