T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

KAVUNDA FUSARİUM SOLGUNLUK HASTALIĞINA KARŞI BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN VE RİZOBAKTERİLERİN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Kübra DELİSOY

Danışman
Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK

Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2019
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

KAVUNDA FUSARİUM SOLGUNLUK HASTALIĞINA KARŞI BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN VE RİZOBAKTERİLERİN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Kübra DELİSOY

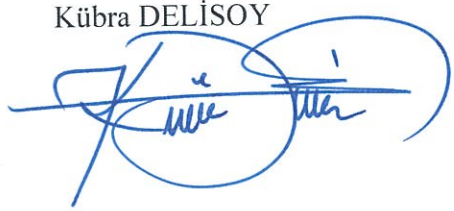
Danışman
Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK

Temmuz 2019
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Kübra DELİSOY



YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

"**Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığına Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin ve Rizobakterilerin Etkinliklerinin Belirlenmesi**" adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Kübra DELİSOY

Danışman

Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK

Bitki Koruma ABD Başkanı

Prof. Dr. Ramazan CANHİLAL

Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK danışmanlığında **KÜBRA DELİSOY** tarafından hazırlanan **"Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığına Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin ve Rizobakterilerin Etkinliklerinin Belirlenmesi"** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

.

19/07/2019

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KÜSEK .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Sümer HORUZ .....

ONAY:
Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 06/08/2019 tarih ve 2019/47-23 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

06 / 08 / 2019

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Doç. Dr. Hacer Handan ALTINOK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Deneysel çalışmalarım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımlarını hiç esirgemeyen Bahçe Bitkileri Bölümü'nden Prof. Dr. Halit YETİŞİR'e, Bitki Koruma Bölümü' ünden Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Alper ALTINOK'a, Arş. Gör. Ebubekir Yüksel'e ve Namık Kemal Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'nden Prof. Dr. Mustafa MİRİK'e teşekkür ederim.

Enzim analizlerindeki yardımlarından dolayı Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden Doç. Dr. Murat Dikilitaş'a teşekkür ederim.

Aynı laboratuvarı paylaştığım ve çalışmalarımda yardımlarını hiç esirgemeyen değerli arkadaşlarım Abdul Khalil KARİMİ, Gamze YÜKSEL ve Gülperi ÇİFÇİ'ye teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen öncelikle değerli babam olmak üzere aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kübra DELİSOY

Temmuz 2019, KAYSERİ

KAVUNDA FUSARİUM SOLGUNLUK HASTALIĞINA KARŞI BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN VE RİZOBAKTERİLERİN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Kübra DELİSOY

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2019
Danışman: Doç. Dr. H. Handan ALTINOK

ÖZET

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan, *Cucurbitaceae* familyasından kavun (*Cucumis melo* L.) üretiminde Fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis;* FOM) önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bazı bitki gelişme düzenleyici rhizobakterilerin *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), *P. aeruginosa* (P07-4), *Pseudomonas* sp. (P48-2) ve *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve bitki aktivatörlerinin (AuxiGro, Crop-Set ve ISR-2000) hastalığa karşı etkinlikleri yaygın kullanılan bir fungisitle (Maxim® XL) karşılaştırılmalı olarak araştırılmıştır.

Rizobakteri ve *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom-TR01) arasındaki antagonistik ilişkiler belirlenmiş, değerlendirmeye alınan PGPR izolatlarının Fom-TR01'in miseliyal gelişimini inhibe etmediği ya da çok sınırlı inhibe ettiği (%20-28) tespit edilmiştir. PGPR izolatlarının tohum çimlendirme yetenekleri incelendiğinde inokulasyon yapılan kavun tohumlarında çimlenme oranı %74-86 arasında değişim göstermiştir. Radikula-hipokotil uzunlukları üzeriden yapılan değerlendirmelerde en başarılı izolatlar sırası ile P07-1, P07-4, B379c ve P48-2 olmuştur. Tohum çimlenme indeksi değerlendirildiğinde ise, kontrole göre en yüksek indeks değeri P07-4 izolatından elde edilmiştir. Rizobakterilerden P07-1 izolatının ve bitki aktivatörlerinden AuxiGro'nun pozitif kontrole göre hem hastalık gelişimini engellediği hem de bitkide gelişimi teşvik ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, P07-1 ve AuxiGro patojene karşı savunma enzimlerini (Prolin, katalaz; CAT ve peroksidaz; POX) en iyi teşvik eden uygulamalar olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kavun, Fusarium Solgunluğu, PGPR, Bitki Aktivatörü, Savunma Enzimleri

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF SOME PLANT ACTIVATORS AND RHIZOBACTERIA AGAINST FUSARIUM WILT DISEASE

Kübra DELİSOY

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, July 2019
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Handan ALTINOK

ABSTRACT

Fusarium wilt disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*; FOM) causes significant yield losses in the growing areas of melon (*Cucumis melo* L.) (Cucurbitaceae) in our country. The activity of some plant growth regulating Rhizobacteria (*Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), *P. aeruginosa* (P07-4), *Pseudomonas* sp. (P48-2) ve *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) and plant activators (AuxiGro, Crop-Set ve ISR-2000) against the disease has been investigated comparatively with a commonly used fungicide (Maxim® XL).

The antagonistic relationships between Rhizobacteria and *F. oxysporum* f. sp *melonis* (Fom-TR01) were determined. Limited inhibition of mycelial growth of Fom-TR01 (20-28%) was detected caused by PGPR isolates tested. The germination rate of melon seeds inoculated ranged between 74-86% when the root colonization abilities of PGPR isolates were investigated. The most successful isolates were P07-1, P07-4, B379c and P48-2 in the evaluations made on radicula-hypocotyl lengths. When the seed germination index was evaluated, the highest index value was obtained from P07-4 isolate compared to the control. P07-1 isolate of Rhizobacteria and AuxiGro of the plant activators were observed to promote the development of the plants while they inhibited the development of the disease. The applications of P07-1 and AuxiGro were determined as the best promoter of pathogen defense enzymes.

Anahtar Kelimeler: Melon, Fusarium Wilt, PGPR, Plant Activator, Defense Enzymes

İÇİNDEKİLER

KAVUNDA FUSARİUM SOLGUNLUK HASTALIĞINA KARŞI BAZI BİTKİ AKTİVATÖRLERİNİN VE RİZOBAKTERİLERİN ETKİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI iii
KABUL ONAY iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR VE SİMGELER x
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM
GENEL BİLGİLER

1.1. Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığı (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) Hakkında Genel Bilgiler 5
1.2. PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) 9
1.3. Bitki Aktivatörleri 11
1.4. Literatür Çalışmaları 12
1.4.1. Bitkide Büyümeyi Teşvik Eden Rizobakterilerin Biyolojik Mücadelede Kullanılması İle İlgili Yapılan Çalışmalar 12
1.4.2. Bitki Aktivatörlerin Bitki Fungal Hastalıklarının Mücadelesinde Kullanılması İle İlgili Yapılan Çalışmalar 19

2. BÖLÜM
MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal 28
2.1.1. Kullanılan Alet ve Cihazlar 28

2.1.2. Araştırmada Kullanılan Besiyerleri ve Çözeltiler;.....28
2.1.3. Biyokontrol Ajanı Bakteriler, Aktivatörler, Pestisitler ve Patojen İzolat..29
2.2. Yöntem.....30
2.2.1. Rizobakteri İzolatlarının Antagonistik Etkilerinin Testlenmesi.....30
2.2.2. Tohum Çimlendirme Testi.....30
2.2.3. PGPR ve Aktivatör Uygulamalarının Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığının Gelişimine Etkileri.....31
2.2.4. Savunmada Rol Alan Enzimlerin Biyokimyasal Analizleri.....32

3. BÖLÜM
BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular.....34
3.1.1. Rizobakteri İzolatlarının Antagonistik Etkileri.....34
3.1.2. Tohum Çimlendirme Testi.....37
3.1.3. PGPR ve Aktivatör Uygulamalarının Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığının Gelişimine Etkileri.....39
3.1.4. Savunmada Rol Alan Enzimlerin Biyokimyasal Analizleri.....43
3.2. Tartışma.....45

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER.....49
KAYNAKÇA.....51
ÖZGEÇMİŞ.....66

KISALTMALAR VE SİMGELER

Sembol	Anlamı
°C	: Santigrad (Centigrade)
µg	: Mikrogram (1/1000 mg)
µl	: Mikrolitre
AA	: Agar Agar
ASM	: Acibenzolor-S-Metil
A-S-M	: Acibenzolor-S-Metil
AUDPC	: Hastalık gelişim eğrisi altındaki alan (Area under disease progress curve)
BABA	: β Amino Butyric Asit
BTH	: Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester
CAT	: Katalaz
cm	: Santimetre
dH_2O	: Distile su
ET	: Etilen
f. sp.	: Forma specialis
FOM	: *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*
Fomg	: *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*
Forl	: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*
Fov	: *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*
GABA	: Gamma Aminobutrik Asit
g	: Gram
ha	: Hektar
HCN	: Hidrosiyanik asit
ISR	: Induced Systemic Resistance
JA	: Jasmonik Asit
kg	: Kilogram
L	: Litre

LAR	: Localized Acquired Resistance
mg	: Miligram (1/100 g)
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
NA	: Nutrient Agar
nm	: Nanometre
PAL	: Fenilalanin amonyak liyaz
PDA	: Patates dekstroz agar
PGPR	: Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (Plant growth-promoting rhizobacteria)
POX	: Peroksidaz
PPO	: Polifenol Oksidaz
sa	: Saat
SA	: Salisilik asit
SAR	: Systemic Acquired Resistance
spp.	: Türleri
subsp.	: Subspecies
UV	: Ultraviyole
WP	: Wattable Powder (Islanabilir Toz Formülasyonlar)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Ülkemizde kavun üretim miktarının yıllara göre dağılışı 2

Tablo 2.1. Bitki aktivatörleri ve fungisit ürün bilgileri. 29

Tablo 3.1. Rizobakteri izolatlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in (Fom-TR01) miseliyal gelişimine etkisi. 35

Tablo 3.2. PGPR inokule edilen kavun tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme hızı, radikula-hipokotil uzunluğu, hipokotil uzunluğu ve tohum canlılık indeksi. 38

Tablo 3.3. PGPR ve bitki aktivatörlerinin kavunda Fusarium solgunluk hastalığına etkileri. 40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Ülkelere göre kavun üretim miktarları (ton) 1

Şekil 1.2. Kıtalara göre kavunun üretim miktarı (ton). 2

Şekil 1.3. A: Makronidiler, B: Mikrokonidiler, C: Klamidosporlar 6

Şekil 1.4. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in PDA besiyerinde gelişen koloni yapısı. 7

Şekil 1.5. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in A: Yapraktaki belirtisi, B: Gövdedeki belirtisi, C: Meyvedeki belirtisi 7

Şekil 1.6. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in Yaşam Çemberi 8

Şekil 3.1. *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi. 35

Şekil 3.2. *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi. 35

Şekil 3.3. *Pseudomonas aeruginosa* (P07-4) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi. 36

Şekil 3.4. *Pseudomonas* sp. (P48-2) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi. 36

Şekil 3.5. Tohum çimlendirme testi yapılan kavun tohumlarının Petri kabındaki görünümü. 38

Şekil 3.6. Tohum çimlendirme uygulamasından 8 gün sonra kavun tohumlarının radikula ve hipokotil uzunlukları. 38

Şekil 3.7. PGPR ve aktivatör uygulaması yapılan Charentais kavun çeşidi fidelerin genel görüntüsü. 41

Şekil 3.8. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılan PGPR ve aktivatörlerin etkilerinin kavun bitkilerindeki görünümü 41

Şekil 3.9. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılan PGPR ve aktivatörlerin etkilerinin kavun bitkilerindeki görünümü 42

Şekil 3.10. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılan PGPR ve aktivatörlerin etkilerinin kavun bitkilerindeki görünümü 42

Şekil 3.11. Patojen (Fom-TR01) inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra PGPR ve bitki aktivatörü uygulamalarının kavunda prolin içeriğine etkisi. 43

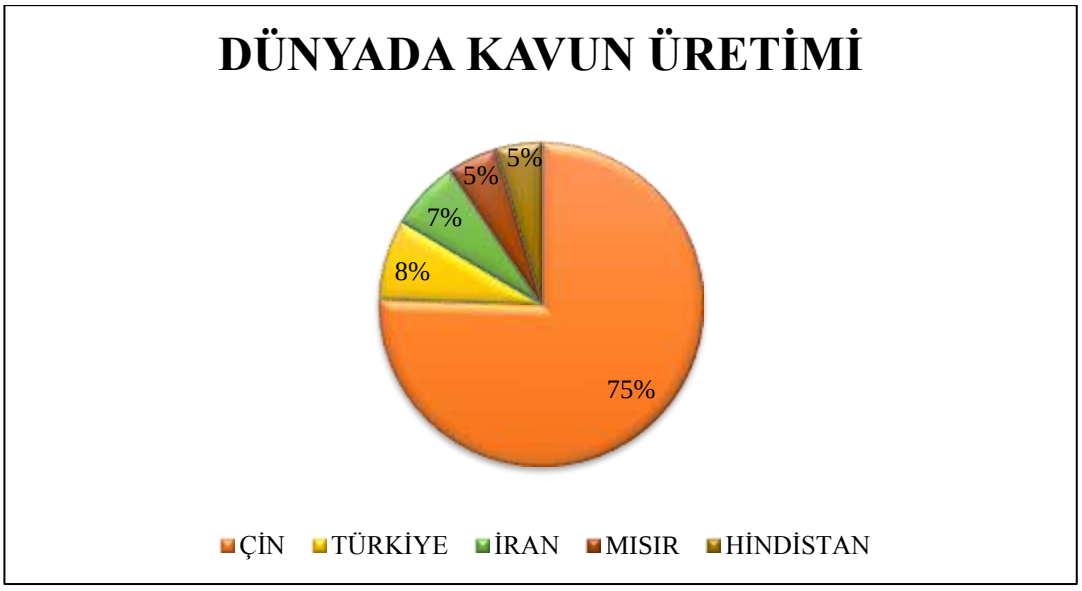
Şekil 3.12. Patojen (Fom-TR01) inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra PGPR ve bitki aktivatörü uygulamalarının kavunda katalaz (CAT), enzim aktivitelerine etkisi.....44

Şekil 3.13. Patojen (Fom-TR01) inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra PGPR ve bitki aktivatörü uygulamalarının kavunda peroksidaz (POX) enzim aktivitelerine etkisi.....45

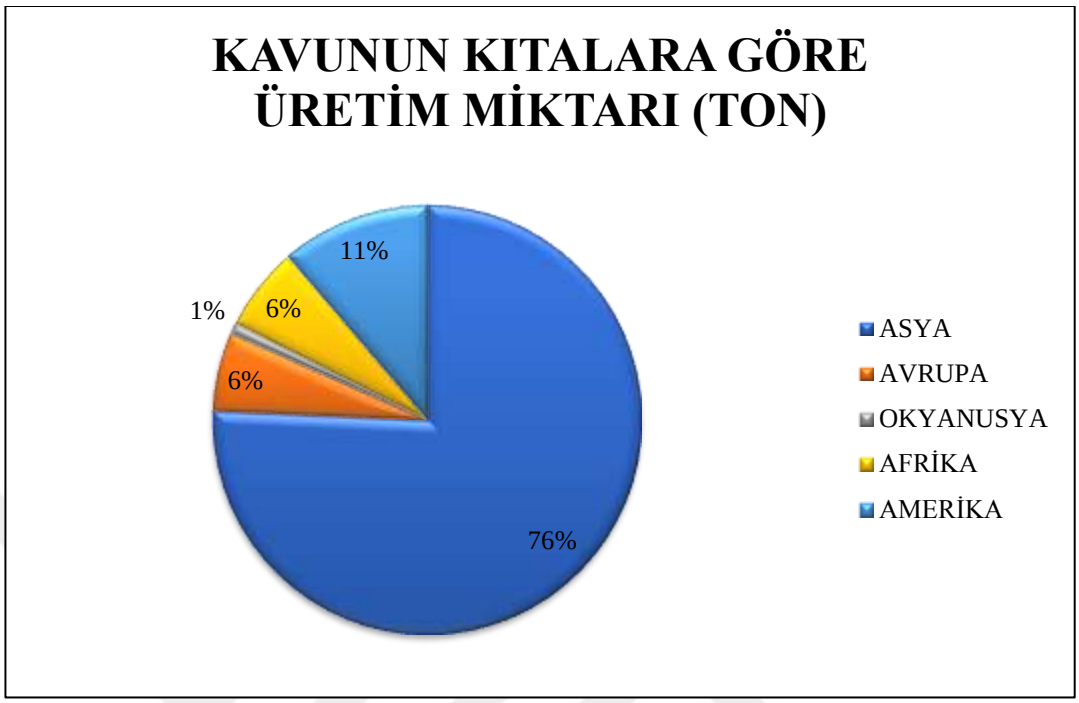
GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu iklim koşullarıyla, özellikle sebze üretiminde dünyada önemli ülkelerden biridir. *Cucurbitaceae* familyası içerisinde (*Cucumis melo* L.) yer alan kavun M.Ö. 3000 yıllardan itibaren yetiştirilmeye başlanmıştır. Kavunun gen merkezinin Afrika olduğu, ilk kez Mısır'da kültüre alındığı, daha sonra Orta Doğu ve Asya kıtasına yayıldığı rapor edilmiştir. Türkiye, Hindistan, Afganistan ve Çin kavunun ikincil gen merkezleri olarak rapor edilmiştir (Robinson ve Decker-Walters, 1997; Pitrat *et al*., 1999). Doğu Anadolu Bölgesi'nde Van yöresinin ise mikro gen merkezi olduğu bilinmektedir (Köksal, 1999).

Üretim yönünden incelendiğinde Çin 17,082,608 ton ile ilk sırada yer alırken, Türkiye 1,813,422 ton üretim ile ikinci sırada yer almaktadır. Bu ülkeleri, 1,591,414 ton üretim ile İran, 1,102,599 ton üretim ile Mısır ve 1,033,849 ton üretim ile Hindistan takip etmektedir (FAO, 2017). Şekil 1.1'de kavun bitkisinin ülkelere göre, Şekil 1.2'de kıtalara göre ve Tablo 1.1'de ülkemizdeki üretim miktarları verilmiştir.



Şekil 1.1. Ülkelere göre kavun üretim miktarları (ton) (FAO, 2017).



Şekil 1.2. Kıtalara göre kavunun üretim miktarı (ton) (FAO, 2017).

Tablo 1.1. Ülkemizde kavun üretim miktarının yıllara göre dağılışı (TÜİK, 2018).

YIL	ÜRETİM MİKTARI (TON)
2010	1 611 695
2011	1 647 988
2012	1 688 687
2013	1 699 550
2014	1 707 302
2015	1 719 620
2016	1 854 356
2017	1 813 422
2018	1 753 942

Kavunun en fazla yetiştirildiği iller, Ankara, Manisa, Diyarbakır, Balıkesir ve Konya'dır. Üretimleri yapılan kavun çeşitleri ise; Kırkağaç 589, Kırkağaç 637, Altınbaş, Hasanbey, Çini kız, Barada, Hıdır, Ananas, Eindor, Paris, Kışlık, Melina,

Gredos'tur (Taşkaya ve Keskin, 2004). Dünyada ve ülkemizde önemli gelir kaynağı olan kavunun, üretim aşamasında büyük kayıplara sebep olan hastalık ve zararlılarla mücadele etmek oldukça önemlidir. Bu hastalıkların başında kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni olan; *Pythium* spp. ve *Phytopthora* spp. gelmektedir. Bununla birlikte yalancı mildiyö (*Peronospora cubensis*), külleme (*Erysiphe cichoracearum* ve *sphaerotheca fluginea*), antraknoz (*Colletotrichum orbiculare*), Alternaria (*Alternaria alternata* f. sp. *cucurbitae*) Verticilllium solgunluğu (*Verticillium* spp.), hıyar köşeli yaprak lekesi (*Pseudomonas syringae* pv. *lachriymans*), kabakgil tohumlarında karpuz bakteriyel fide yanıklığı ve meyve lekesi hastalığı (*Acidovorax citrulli*), kabak sarı mozaik virüsü (Zucchini Yellow Mosaic Virüsü) gibi hastalıklarda önemli kayıplara sebep olmaktadır (Zitter *et al*., 1996). Kavunda en fazla tahribata sebep olan hastalık ise Fusarium solgunluğu (*Fusarium oxysporum* Schlechtend: Fr f. sp. *melonis* (Leach ve Currence) W.C. Synder ve H. N Hans. (FOM)'dur.

Fusarium oxysporum f. sp. *melonis* kavuna özelleşmiş ve hem tohum hem de toprak kökenli bir patojendir. Ayrıca etmenin misellerinin kalınlaşması ve klamidosporlarının toprakta uzun süre yaşamını devam ettirmesi patojenin özellikleri arasında yer almaktadır. Etmenin tohum enfeksiyonları yüzeysel olup, embriyoya zarar vermemektedir. Toprak enfeksiyonları ise bitki atıklarının taşınması ya da toprağın taşınması ile gerçekleşmektedir. Etmen genellikle yaralanan köklerde penetrasyon yapmaktadır. Bu özelliklerle birlikte kavunun yetiştiği toprak ve çevre koşulları ise hastalığın şiddetlenmesi ve yayılmasında oldukça önemli rol oynamaktadır. Hava sıcaklığının 20-25^{o}C'ye ulaşması hastalık şiddetinde artışa neden olabilmektedir. Özellikle kavun yetiştiriciliğinde yaygın olarak tercih edilen azotlu gübreler ve kumlu-hafif asidik topraklar (pH: 5-5,5) hastalığın şiddetini arttırmaktadır. Bitki her dönemde hastalığa duyarlı olabilmektedir. Etmenin kavunun fide döneminde gerçekleşlen enfeksiyonu, bitkide hipokotillerin çürümesi ve çökertene sebep olmaktadır. İlerleyen morfolojik dönemlerde oluşan infeksiyonlar, bitkinin yaşlı yapraklarında genel bir sararmaya sebep olurken, sürgünlerinde ise solgunluğa sebep olmaktadır. Bazen bu simptomların hiçbiri oluşmazken, fidelerde aniden çöküşler gözlemlenmektedir. Kök boğazı kısmında ise gövde boyunca iletim demetlerinde kahverengileşmelere neden olmaktadır. Etmenin en belirgin simptomlarından biri, sürgünlerde tek taraflı solma ve kuruma şeklindedir (Kurt, 2012).

Etmenin mücadelesinde toprak kökenli hastalıklarla mücadelede kullanılan Methyl Bromide kullanımının kısıtlanması ile alternatif mücadele yöntemleri ön plana çıkmıştır (Katan, 1980). Bitki hastalıklarının mücadelesinde biyopreparatlar entegre hastalık yönetiminin bir parçası olarak yaygın kullanıma sahiptir (Bora ve Özaktan, 1998). Son yıllarda toprak kökenli bitki hastalıklarının kontrolünde bitkide dayanıklılığın teşviki (Induced Resistance) çalışmaları önem kazanmıştır. Dayanıklılık mekanizması, biyotik ve abiyotik uyarıcılar ile patojen enfeksiyonundan önce konukçuda savunma reaksiyonlarının harekete geçirilmesi esasına dayanmaktadır (Jarvis, 1992).

Bitki kök bakterilerinin bitkide direnç geliştirdiği bilinmektedir. Bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) bitki gelişimini teşvik etmelerinin yanı sıra, bitkide savunma mekanizmasını tetikleyerek bazı fungal, bakteriyel ve viral hastalıklara karşı da koruma sağladıkları bildirilmiştir. PGPR'lar atmosferdeki serbest azotu bağlayabilme, organik fosforu çözebilme, bazı sekonder metabolitleri (bitki hormonu, siderofor ve antibiyotikler vb.) üretebilme, sistemik dayanıklılık mekanizmasını tetikleme, besin ve yer için rakabet edebilme yetenekleri ile etmeni baskılamada önemli rol oynamaktadır (Kloepper, 1994). PGPR'lar gibi bitki aktivatörleri de bitkilerde bulunan doğal savunma mekanizmasını aktive ederek bitkinin besin maddelerinden daha iyi faydalanmalarını sağlamaktadır. Aktivatörler ayrıca stres koşullarından bitkiyi korumakta, verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilemektedir (Tosun ve Ergün, 2002).

Bu tez çalışmasında, kavunda önemli verim kayıplarına sebep Fusarium solgunluk hastalığına (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) karşı bazı PGPR izolatlarını (*Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), *Pseudomonas aeruginosa* (P07-4), *Pseudomonas* sp. (P48-2) ve *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (B379c)), bitki aktivatörlerini (Crop-Set, ISR-2000, AuxiGro) etkinlikleri, bu etmenin kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir fungusitle (Maxim® XL) karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

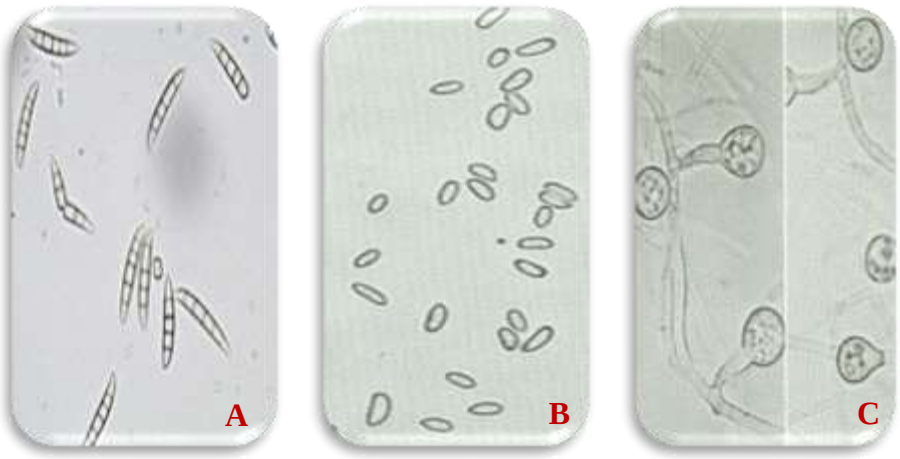
1.1. Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığı (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*) Hakkında Genel Bilgiler

Dünya'da ve Türkiye'de kavun üretimi yapılan tüm bölgelerde üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisi, toprak kökenli patojen fungusların oluşturduğu hastalıklardır (Kurt vd., 2002). Bu hastalıkların en önemlisi patojenik *Fusarium oxysporum* türlerinden kaynaklanan solgunluk ve kök çürüklüğüdür. Birçok konukçu bitkiyi hastalandırma yeteneğine sahip olan *Fusarium* türleri, havayla, hastalıklı bitki atıklarıyla, toprakla yayılmakta ve sağlıklı bitkileri kolaylıkla hastalandırabilmektedir. Kavunda *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f. sp. *melonis* (Leach & Currence) W.C. Snyder & H.N. Hansen (FOM) etmeninin neden olduğu Fusarium solgunluk hastalığı, gerek ülkemizde gerekse dünyada kavun yetiştiriciliğini sınırlandıran en önemli fungal hastalıklardan biridir (Yıldız, 1977; Snyder ve Smith, 1981; Nelson *et al*., 1994; Blancard *et al*., 1995; Alexopoulos *et al*., 1996; Schreuder *et al*., 2000). Hastalık etmenine ilk kez 1930 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin New York eyaletinde rastlanıldığı bildirilmiş (Chupp, 1930), fakat etmenin teşhisi ve patojen olduğunun kesinleştirilmesi 1933 yılında Minnesota'da yapılmıştır (Leach, 1933). Ülkemizde ise ilk kez, 1939 yılında Manisa'da tespit edilmiştir (Bremer, 1944). Devam eden yıllarda ise, Trakya (Soran, 1975), Ege (Evcil ve Yalçın, 1977; Yıldız, 1977; Öz, 1996), Güneydoğu Anadolu (Sağır, 1988; Kurt vd., 2002), Doğu Akdeniz (Yücel vd., 1994), Orta Anadolu ve Marmara (Akdoğan, 1969; Erzurum vd., 1999) bölgelerine de yayıldığı bildirilmiştir.

Snyder ve Hansen (1940), tarafından taksonomik gruplandırmalarda *Fusarium* türleri, eşeyli üreme dönemleri bilinmeyen fungusların yer aldığı Deuteromycotina alt

bölümüne ait dahil edilmekteydi (Nelson *et al*., 1994). *Fusarium oxysporum* solgunluk etmenleri; Ascomycota şubesi Sordariomycetes sınfı, Hypocreales takımı ve Nectriaceae familyası içerisinde yer almaktadır (Kirk *et al*., 2008). Dünyadaki tarım yapılan alanlarda, *F. oxysporum*'un patojen olan ve patojen olmayan türlerine rahatlıkla rastlanılmaktadır. Yüzden fazla konukçuya özelleşmiş alt türü bulunmaktadır (Booth, 1971). Eşeyli dönemi olmayan patojenik formları konukçuya özelleşmiş olup, infekte ettiği bitki türlerine bağlı olarak farklı forma specialis (f. sp.) grupları içermektedir (Booth 1971; Gordon ve Martyn 1997; Kirk *et al*., 2008).

Fusarium oxysporum'un 3 farklı spor yapısı vardır. Bunlar; mikrokonidi, makrokonidi ve klamidospordur (Nelson *et al*., 1994; Alexopoulos *et al*., 1996; Agrios, 2005; Leslie ve Summerell, 2006). Mikrokonidiler monofiyalidlerde ve sporodochiumlarda üretilip, misellerin üzerine gevşekçe dağılmaktadırlar (Griffin, 1994). Makrokonidileri çok çekirdekli, sayıca oldukça fazla ve hızlı bir şekilde çimlenme ve yayılma göstermektedir (Şekil 1.3A). Klamidosporlar vejetatif hiflerin kalın duvara sahip olan konidial hücrenin yapısal değişikliğe uğraması sonucunda oluşan aseksuel sporlardır (Schippers ve Van Eck, 1981). *Fusarium oxysporum*'un morfolojik tanınmlanması makrokonidinin şekli, mikro konidiyofor ve mikrokonidinin yapısı ve klamidosporların oluşumu ve diziliş şekline dayanmaktadır. Şekil 1.4'te etmenin PDA besiyerindeki koloni yapısı verilmiştir.

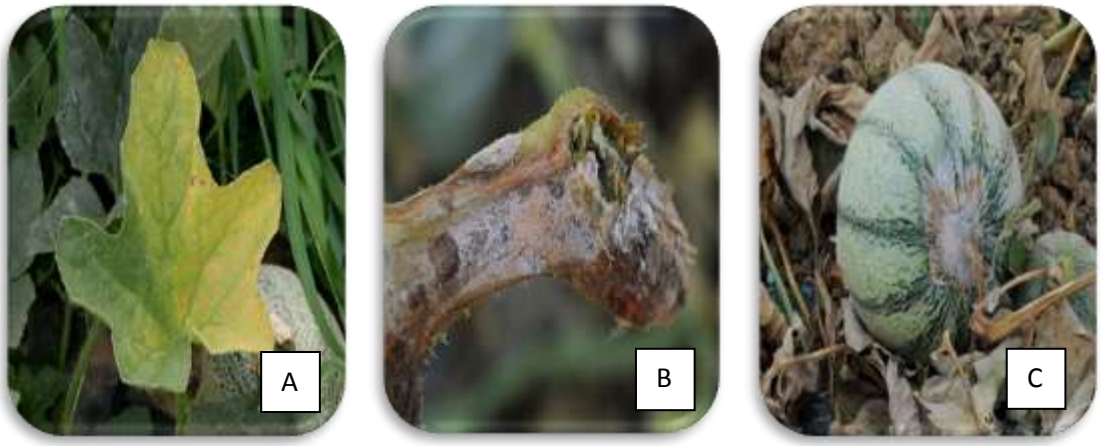


Şekil 1.3. A: Makronidiler, B: Mikrokonidiler, C: Klamidosporlar (Anonim, 2003).

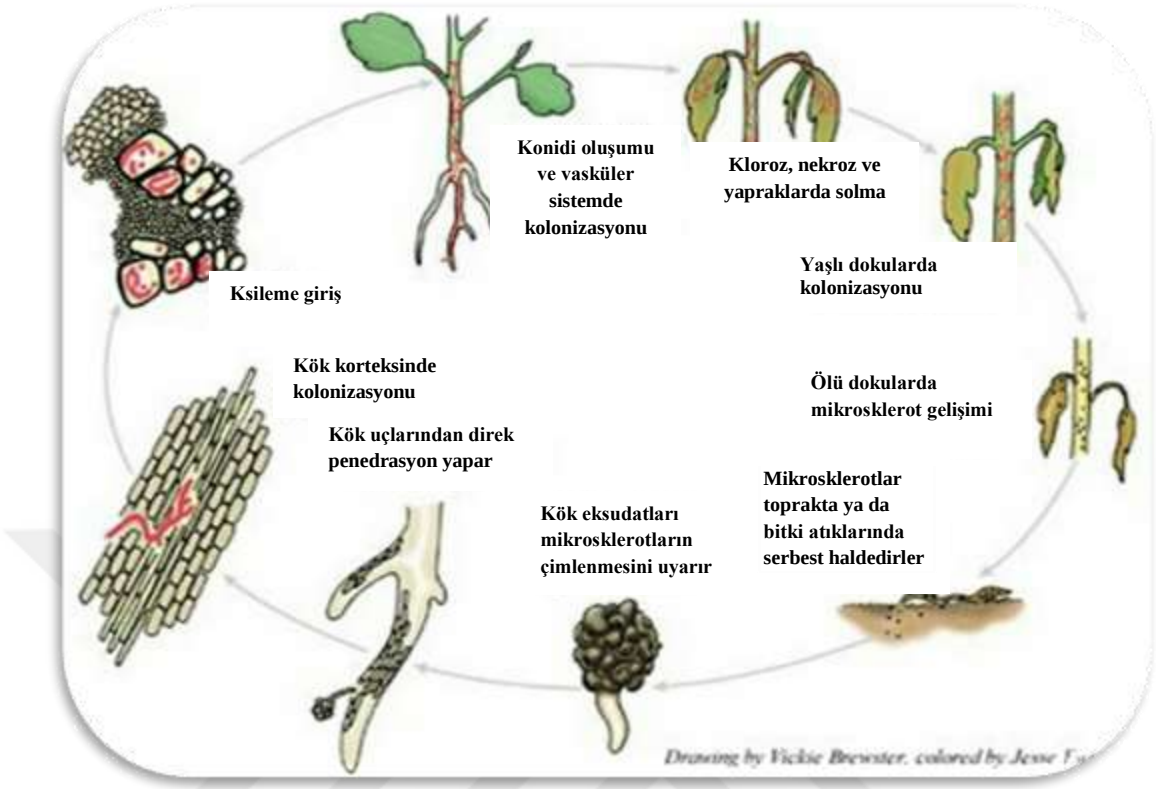


Şekil 1.4. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in PDA besiyerinde gelişen koloni yapısı. (Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji Laboratuvarı).

Fusarium oxysporum f. sp. *melonis* etmeni kavunun vejetasyon döneminin bütün safhalarında bitkiyi hastalandırabilme kabiliyetine sahiptir. Özellikle bulaşıklılığın daha yoğun olduğu üretim alanlarında neredeyse hiç ürün alınamamaktadır. Etmen bitkinin kök boğazını bölgesini veya köklerini infekte edip bitkinin su alımını engelleyerek solgunluk meydana getirmektedir. Bununla birlikte yapraklarda sararma (Şekil 1.5A), yaprak kenarlarında nekroz oluşumu, iletim demetlerinde yoğun miktarda miseliyal gelişme sonucunda kahverengileşme (Şekil 1.5B), adventif kök oluşumu, gelişmenin ilerleyen safhalarında çökme ve kurumalar oluşmaktadır. Genellikle hasada yakın dönemde kendini gösteren bu belirtiler nedeniyle meyve kalitesinde ve miktarında önemli oranda azalmalar gözlemlenmektedir (Şekil 1.5C). Şekil 1.6'da etmenin yaşam çemberi verilmiştir.



Şekil 1.5. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in A: Yapraktaki belirtisi, B: Gövdedeki belirtisi, C: Meyvedeki belirtisi (Anonim 2019).



Şekil 1.6. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in yaşam çemberi (Anonim 2019a).

Toprak kökenli bir patojen olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, 4 ırka sahiptir. Bunlar ırk 0, ırk 1, ırk 2 ve ırk 1-2'dir (Risser *et al*., 1976; Mas *et al*., 1981; Martyn ve Gordon, 1996). Kavunda solgunluk hastalığına sebep olan FOM'a karşı dayanıklılık Fom-1, Fom-2 ve Fom-3 olmak üzere üç gen tarafından kontrolü sağlanmaktadır (Mas *et al*., 1981; Zink ve Gubler, 1985; Martyn ve Gordon, 1996). Fom-1 geni ırk 0 ve ırk 2'ye karşı monogenik dayanıklılığı kontrol etmekte (Brotman *et al*., 2005; Tezuka *et al*., 2009), Fom-2 geni ırk 0 ve ırk 1'e karşı (Joobeur *et al*., 2004; Tezuka *et al*., 2009), Fom-3 geni ise ırk 0 ve ırk 2'ye karşı dayanıklılığı sağlamaktadır (Zink ve Gubler, 1985; Schreuder *et al*., 2000). Ayrıca ırk 1-2'ye dayanımın kantitatif özellik gösterdiği rapor edilmiştir (Blancard *et al*., 1994). Ülkemizde üretim yapılan yerlerde yürütülen çalışmalara bakıldığında, Ege Bölgesi'nde FOM'un 1, 1-2 ve 0 no'lu ırklarının, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 0, 1, 2, 1-2 ırklarının ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 0, 1, 1-2 ırklarının yaygın olduğu rapor edilmiştir (Şensoy, 2005).

Fusarium oxysporum f. sp. *melonis*'in toprak kökenli patojen olması hastalıkla mücadelede zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bunlarla birlikte konukçu bitkinin, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı da mücadelede ki başarıyı etkilemektedir (Craddock, 1965). FOM ile mücadele yöntemleri geliştirmek adına birçok araştırmacı çalışmalar yürütmektedir. Hastalığı kontrol altına almak için sertifikalı tohumlar kullanmak, tolerant çeşitler kullanmak, yeterli ve uygun sulama yapmak, uygun gübreleme yapmak, yabancı otlarla mücadele etmek, 2-5 yıl münavebe yapmak, üretim alanlarındaki bitki atıklarını imha etmek, toprak fumigasyonu yapmak ve solarizasyon yapmak gibi yöntemler kullanılmaktadır (Elmer ve Ferrandino, 1993; Yücel vd., 1994; Altınok vd., 2012). Toprakta yapılan fumigasyon uygulamasının pahalı oluşu ve toprakta bulunan faydalı mikroorganizmalarında bu uygulama ile olumsuz etkilenişinden kullanımı sınırlı miktardadır. Solarizasyonun dezavantajı ise, üretim yapılan büyük alanlarda uygulamanın zor oluşudur (Altınok vd., 2012). Toprak kökenli hastalıklarla mücadelede kullanılan methyl bromide kullanımının yasaklanması ile alternatif mücadele yöntemlerine olan ilgi artmıştır (Katan, 1980).

Etmenle mücadelede en çok kullanılan yöntemlerden biride pestisit kullanımıdır. Kimyasal mücadelenin en büyük dezavantajı ise uzun süre aynı aktif maddeye sahip pestisitlerin kullanılmasıyla patojende oluşan direnç faktörü ile yeterli başarı elde edememesidir. Bununla birlikte ekolojik dengenin olumsuz yönde etkilenişi ve ürünler üzerinde pestisit kalıntıları çevre sağlığı açısından önemli sorunları beraberinde getirmektedir. Bu olumsuz sonuçlar araştırmacıları kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek çevre dostu, araştırmalara yöneltmiştir (Yücel,1989).

1.2. PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)

Bitki büyüme düzenleyici rizobakterilerin (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) bitki gelişimini desteklemelerinin yanı sıra, bitkide savunma mekanizmasını da harekete geçirerek fungal, bakteriyel ve viral çok sayıda hastalığa karşı koruma sağladıkları bildirilmiştir (Wei *et al*., 1996; Van Loon *et al*., 1998). Bitki kök bölgesinde yer alan bakterilerin bitki gelişimini destekleyici özellikleri olduğu bilinmektedir. PGPR'lar ile konukçu bitkide savunma mekanizmalarının harekete geçirilmesiyle patojenlere karşı koruma sağlanabilmektedir (Jarvis, 1992). Uyarılmış dayanıklılık mekanizması biyotik ve abiyotik uyarıcılar ile patojen enfeksiyonundan

önce konukçuda olası bir patojen saldırısına karşı savunma reaksiyonlarının harekete geçirilmesi esasına dayanmaktadır (Altınok, 2006). Bu mekanizmada hastalık etmeni bitkide oluşan nekroz bölgesinin çevresinde lokal olarak oluşmuş ise buna lokal kazandırılmış dayanıklılık (LAR; Localized Acquired Resistance) olarak adlandırılırken, oluşan dayanıklılık sistemik bir şekilde bitkinin diğer kısımlarına taşınıyor ise sistemik kazandırılmış dayanıklılık (SAR; Systemic Acquired Resistance) olarak adlandırılmaktadır (Ramussen *et al*., 1991; Hammerschmidt ve Kuc, 1995; Smith-Becker, 1999).

PGPR'lar dayanıklılık mekanizmasını aktive etmekle birlikte patojenlerin birçoğunun kontrol edilmesinde antagonistik etki göstererek direk etki sağlayabilmektedir (Kloepper, 1994; Bora ve Özaktan, 1998). Ayrıca atmosferdeki serbest azotu bağlayabilme, organik fosforu çözebilme, bazı sekonder metabolitleri (bitki hormonu, siderofor ve antibiyotikler vb.) üretebilme ve besin ve yer için rekabet edebilme yetenekleri ile etmeni baskılamada da önemli rol oynamaktadır (Kloepper, 1994). Özellikle *Pseudomonas* spp.'nin bir kısmının kültürde kitinazlar ve glukanazlar gibi antifungal metabolitler ürettikleri tespit edilmiştir. Bu antifungal metabolitlerin saf hallerinin ve litik enzimlerinin bazı fungusların misel gelişimini inhibe etmede etkili oldukları rapor edilmiştir (Kloepper, 1994; Bora ve Özaktan, 1998).

PGPR'lar genel olarak *Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Bacillus, Burkholderia, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Micrococcus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia* ve *Xanthomonas* cinsleri içerisinde yer almaktadır. Dayanıklılık mekanizmasını aktif hale getirebilmek için araştırıcıların yapılan çalışmaları incelendiğinde, patojen olmayan fungus, bakteri inokulasyonu, fungus veya mayaların hücre duvarından ekstrakte edilen oligosakkaritler gibi biyotik uyarıcılar, acibenzolar-S-methyl (ASM), UV, herbisitler, β amino butyric asit (BABA) ve salisilik asit (SA) gibi abiyotik uyarıcılar kullanıldığı saptanmıştır. Özellikle bitkilerde gelişmeyi düzenleyici rhizobakterilerin (PGPR) tohum veya toprağa uygulamasıyla bitkilerde SAR mekanizmasının aktive edildiği ve patojen infeksiyonlarına karşı önemli oranda koruma sağlandığı bildirilmiştir (Tüzün *et al*., 1986; Weller, 1988; Tüzün ve Kloepper, 1995; Van Loan *et al*., 1998; Hammerschmidt ve Smith-Becker, 1999; Tüzün ve Bent, 1999). Buna ilaveten patojen olmayan mikroorganizmaların özelliklede patojen olmayan *Fusarium* türlerinin SAR

mekanizmasını uyararak vasküler solgunluğa sebep olan patojenlerin mücadelesinde büyük oranda başarılı olduğu tespit edilmiştir (Gordon *et al*., 1989; Tüzün ve Kloepper, 1995; Fuchs *et al*., 1997).

Rhizobakteriler tarafından sistemik direncin başlatılmasında ise ISR mekanizması görev yapar (Van Loon, 1997). ISR ve SAR mekanizmaları konukçu bitkide farklı yolları uyarmaktadır. SAR mekanizması bir yandan Salisilik asit (SA) miktarında artışa neden olurken diğer yandan PR proteinlerinin sentezlenmesini kodlamada görev yaparak genlerin aktive edilmesine sebep olur. ISR mekanizmasıda bu olaya zıt olarak jasmonik asit (JA) ve etilene (ET) bağlı bir savunma reaksiyonunun aktivasyonudur. Aynı şekilde SAR mekanizmasında da JA ve ET seviyelerinde bir artış tespit edilememiştir. Yapılan çalışmaların sonucunda ISR mekanizmasının JA ve ET'e olan bağımlılığı bu hormonların artışından çok konukçu bitkideki bu hormonlara karşı duyarlılığın artması ile ilgilidir (Bakker *et al*., 2003).

1.3. Bitki Aktivatörleri

PGPR gibi bitki aktivatörlerinin ticari preparatları hazırlanmış ve kullanıma sunulmuştur. Aktivatörler, bitkide patojen saldırısına karşı savunma mekanizmasını aktive etmekte, stres koşullarından bitkiyi korumakta, verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilemektedir (Tosun ve Ergün, 2001). Aktivatörler bitkide patojen saldırısına karşı savunma mekanizması olarak SAR (Systemic Acquired Resistance) mekanizmasını aktive etmektedir. İlk kez tütün ve *Arabidopsis thaliana* bitkisinde bu mekanizmasının aktivasyonu rapor edilmiştir (Yasuda, 2007). Mekanizması aktive olduktan sonra bitki bünyesinde birkaç hafta bu aktivasyonu devam ettirmektedir. Bu süre zarfında ise bitki dışarıdan gelebilecek saldırılara karşı korunmaktadır (Tosun ve Ergün, 2002). Mekanizma 3 etapta ilerlemektedir. İlk olarak teşvik edici (patojen, sentetik kimyasal, protein gibi) uygulanmakta daha sonra uygulanan teşvik edici aktive olmakta ve son olarak SAR genlerini aktive olup bitkide biyolojik ve sitolojik hücre değişimlerine sebep olmaktadır (Kiracı, 2007). SAR'ın patojenler ve patojenlerin formları, fungal hücre çeperi metabolitleri biyotik elisitörleridir. Abiytik uyarıcılar ise SA, ET, dichloro-isonikotinik ve benzothiadiazoledür (Görlach *et al*., 1996; Sticher *et al*., 1997). En iyi bilinen teşvik edici salisilik asittir **(**Tosun ve Ergün, 2002; Yoshida *et al*., 2010). Fenolik bir bileşik olan SA bitkide gelişimi ve büyümeyi düzenlerken, bitkide

oluşabilecek hastalık ve zararlı etkilerine karşıda savunma mekanizmasının aktivasyonunda reseptör görevini üstlendiği ve dayanıklılık mekanizmasını teşvik ettiği rapor edilmiştir (Arıcı ve Yardımcı, 2001; Sillero *et al*., 2012). Salisilik asit hem SAR mekanizmasının aktivasyonunda hem de lokal savunma tepkilerinin oluşturulmasında görev almaktadır (Ryals *et al*., 1996).

Ülkemizde ruhsatlı ürünler arasında Actigard, Messenger, Humiforte, Crop- Set ve ISR-2000 bulunmaktadır. ISR-2000, Improcrop firması tarafından geliştirilen biyolojik, organik ve doğal ekstraktların formulasyonu sonucunda oluşan bir bitki aktivatördür. İçeriğinde *Lactobacillus acidophilus*, maya ekstraktı, *Yucca* bitki ekstraktı ve BTH (Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester) bulunmaktadır. *Yucca* bitki ekstratı, yapısında doğal olarak bulunan saponin ve sapogeninler sayesinde papillla oluşumunu ve su gerilimini azaltma, köpük oluşumunu engelleme ve yayıcı-yapıştırıcı özelliği taşıma, besinlerin bitki dokusuyla temasını ve azot bağlama kapasitesini arttırma gibi kabiliyetleri ile bitkide direnç oluşumunu desteklemektedir. Maya ekstratı, bitkide büyümeyi teşvik etmektedir. Bileşimindeki amino asit, vitamin, peptid, karbonhidrat, protein ve mineraller ise bitkinin dayanıklılık mekanizmasını tetiklemede görev yapmaktadır. BTH ise, bitki yüzeyini 14 gün süreyle ince bir film tabakası gibi sararak patojen saldırısına karşı koruma görevi üstlenmektedir. Crop-Set, bitkide oluşturduğu patojenlere ve strese faktörlerine karşı savunma sistemi ile ürün veriminde ve kalitesinde artışa sebep olan organik kökenli bir bitki aktivatörüdür. Yüksek performanslı mineral vitaminlerin birleşimleri ile birlikte doğal bir bağlayıcı ve azot katalizörü içermektedir (Tosun ve Ergün, 2002). AuxiGro içeriğini oluşturan Gamma aminobutrik asit (GABA) Emerald Bio (ABD) tarafından 1990'larda geliştirilmiştir. GABA'nın, bitkilerde mineral alımını düzenlemekte, fotosentezi hızlandırmakta ve patojene karşı stres faktörlerini azaltarak bitkinin hastalık direncini arttırmaktadır (Kinnersley, 2000).

1.4. Literatür Çalışmaları

1.4.1. Bitkide Büyümeyi Teşvik Eden Rizobakterilerin Biyolojik Mücadelede Kullanılması İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Akılbekova (1996), Kavunlarda *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in 1-2 nolu ırkının neden olduğu solgunluk etmeni ile mücadeledesinde *Fusarium oxysporum,*

Trichoderma harzianum, Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas putida, Streptomyces griseoviridis (Mycostop) ve Trifluralin'i kullanmıştır. Uygulamayı tohuma, toprağa ve her ikisine uygulayarak yapmıştır. Uygulama sonucunda *P. fluorescens* ve *P. putida*'nın Fusarium solgunluğuna karşı etkili olduğunu saptamıştır. Floresan *Pseudomonas*'ların diğer preparatlarla kombinasyonlarının da başarılı olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada antagonist funguslar, non-patojen *F. oxysporum* ve *T. harzianum* tek tek uygulandığında başarılı olamamış, ancak non-patojen *F. oxysporum*, Floresan *Pseudomonaslar* ve Trifluralin ile birlikte uygulandığında daha etkili olduğu belirtilmiştir. Mycostop'un tohum uygulamasını, toprak uygulamasından daha başarılı bulmuştur. Trifluralin tek başına gerek steril gerekse steril olmayan topraklarda orta derecede bir etki gösterdiği bildirmiştir. Trifluralinin, non-patojen *F. oxysporum* ve *T. harzianum* ile yapılan kombinasyonlarınında oldukça başarılı olduğunu belirtmiştir.

Cattelan *et al*. (1999), çalışmalarında soyanın rizosferinden elde edilen 116 rizobakteri izolatının yine soya bitkisinde gelişime etkilerini testlemişlerdir. Uygulama sonucunda fosforu çözebilen ACC deaminase, β-1,3-glucanase ve sideroforlar üretebilen rizobakterilerin steril olmayan toprakta soya üretimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Demir vd. (1999), pamukta çökerten hastalığı etmeni *Rhizoctonia solani*'ye karşı sağlıklı pamuk fidelerinin rizosfer tabakasından elde ettikleri 128 fluoresan bakteri izolatını uygulamışlardır. Bu izolatlardan 17 tanesinin *Rizoctonia solani*'ye karşı yüksek oranda antagonizm gösterdiğini ve farklı oranlarda siderofor ürettiğini saptamışlardır. Bu izolatlardan 14'ünün ise *Pseudomonas putida* olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca elde edilen izolatlar, sera koşullarında pamuk tohumlarına süspansiyon olarak uygulandığında tohumlarda çıkış oranını arttırdığını ve hastalık şiddetinde düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Benhamou *et al*. (2000), endofitik bakteri olan *Serratia plymuthica*'nın R1GC4 izolatı hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisinde *Pythium ultimum* etmeninin sebep olduğu enfeksiyonu engellemek için, fungal kolonizasyon bölgelerinde fiziksel ve kimyasal bariyerler oluşturduğunu ve kontrol bitkilerine göre karşılaştırıldığında enfeksiyonu önemli oranda azalttığını rapor etmişlerdir.

Chen *et al*. (2000), hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisinin kök bölgelerine *Pseudomonas corrugata* 12 ve *Pseudomonas aureofaciens* 63-28 bakterileri uygulandığında köklerde

bitki savunma enzimleri olan phenylalanine ammonia-lyase (PAL), peroxidase (POX) ve polyphenol oxidase (PPO) aktivitelerinin arttığını saptanmışlardır.

Soylu vd. (2002), Hatay ilinin çeşitli ilçelerinde yetiştirilen biberlerin kök bölgelerinden elde edilen 72 bakteri izolatının *F. oxysporum* ve *S. sclerotiorum* gibi toprak kökenli etmenlerin gelişimine olan etkilerini *in vitro* koşullarında testlemişlerdir. İkili kültür çalışmalarında, *F. oxysporum*'un miseliyal gelişimini, Fluoresan *Pseudomonas* spp. izolatlarının *Bacillus* spp. izolatlarına oranla daha etkili şekilde engellediğini saptamışlardır. *S. sclerotiorum*'un fungal gelişimini ise, en çok *Bacillus* spp. izolatlarının engellediğini rapor etmişlerdir.

Nandakumar *et al*. (2002), *Pseudomonas fluorescens* PF1, PF7 ve PB2 streynlerinin çeltik bitkisinde kavuz yanıklığı patojeni olan *Rhizoctonia solani*'ye karşı etkinliğini araştırmışlardır. Antibiyotik üretimi, antifungal bileşik üretimi, bakteriyel litik enzim üretimi ve bitki kitinazlarının üretiminin *R. solani*'nin sklerotlarına karşı antifungal aktivite ile doğru orantılı olarak artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Altınok ve Kamberoğlu (2005), abiyotik ve biyotik uyarıcılar ile bitkide dayanıklılığın teşvik edilmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada, patlıcan bitkisinde *Fusarium* solgunluğuna karşı patojen olmayan *Fusarium* türü ve Actigard uygulamasının bitki verimine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada Actigard uygulanan bitkilerde yaklaşık %50, patojen olmayan *Fusarium izolatlarının* uygulandığı bitkilerde ise %40 oranında verim artışı gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda ise bitkide *Fusarium* solgunluğundan kaynaklanan verim kayıplarında da azalmanın olduğunu ifade etmişlerdir.

Ziedan (2006), yapmış olduğu çalışmasında yerfıstığı yetiştiriciliğinde problem olan toprak kökenli fungus *Aspergillus niger* ve *F. oxysporum*'a karşı bu bitkilerin rizosfer bölgelerinden izole ettikleri endofitik bakterilerin biyolojik kontroldeki etkilerini araştırmıştır. Bu bakterilerden 25 tanesinin patojenlere karşı kuvvetli antifungal etki gösterdiğini ifade etmiştir. Uygulamayı elektron mikroskop ile incelediğinde bakterilerin kökün korteks dokusunda kolonize olduklarını bildirmiştir. *Bacillus subtilis* bakterisinin *Pseudomonas fluorescens* bakterisinden daha iyi kolonize olduğunu gözlemiştir. Bakteri izolatları uygulanan bitkilerde savunma mekanizmalarının tetiklenmesi sonucu kök dokularında, sitoplazmanın agregasyonu ve küçük vakuol

oluşumlarını gözlemlemiştir. Yerfıstığının kök dokusunda bakterilerin kolonize olduğunu ve bu bakterilerin bitkide savunma mekanizmasını teşvik ederek patojenlerin enfeksiyonlarını baskılamada da görev aldığını vurgulamıştır. Çalışma sonucunda, yerfıstığının toprak kökenli hastalıklara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak endofitik bakterilerin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Göre ve Bora (2007), bezelyede yapmış oldukları çalışmalarında *Ascochyta pisi, A. pinodes* ve *A. pinodella*'nın hastalıktan sorumlu patojenlerini ve Floresan Pseudomonaslar'ın bu etmenlerin kontrolündeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda teker teker uygulanan izolatlar *Ascochyta* yanıklığını, yeşil aksam ve kalıntı uygulamalarının her ikisinde de kombinasyon uygulamalarına göre daha yüksek oranda azalttığını belirtmişlerdir. Bu izolatlardan en başarılısı %51 ortalama hastalık şiddeti yeşil aksamda %60, kalıntı uygulamalarında %55 oranında azalışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

Yıldız vd. (2007), serada yetişen domates bitkilerinin yapraklarından izole edilen 163 adet bakterinin, kurşuni küf hastalığı (*Botriytis cinerea*) üzerindeki baskılayıcı etkisini araştırmışlardır. Kurşuni küf hastalığını engellemede kullanılan antagonist bakterilerden 4 tanesi *Pseudomonas fluorescens* olarak tanılanmıştır. Bu bakterilerin hastalığının şiddetini baskılamada etkili olduğunu saptamışlardır. Hastalığı baskılamak için kullanılan fungisitlerin bakterileri etkilemedikleri testlerle saptanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, 4 bakterinin sera koşullarında, Fenhexamidin düşük dozuyla kullanılarak hastalığa etkisi araştırılmıştır. Bakteri izolatlarından Pf163 serada kurulan denemelerde *Botriytis cinerea*'yı %78 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Kontrol bitkileri ile kıyaslandığında, *Pseudomonas fluorescens*'in diğer izolatlarının Fenhexamidin düşük dozu (12,5 ml a.i. hl-1) ile birlikte hastalığı sırasıyla %74,17, %70,52 ve %65,74 oranında baskıladığını ortaya koymuşlardır. Bakteriyel antagonistinlerin 17 tanesinin serada koşullarında yetiştirilen bitkilerdeki hastalığın oluşumunu engellemede ve fungisitlerle kombine şekilde kullanımlarında potansiyel bir etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Akpınar (2008), Ege Bölgesi'nde pamuk tarlalarında yapmış olduğu survey çalışmaları sonucunda iki farklı yılda 46 ve 26 adet olmak üzere hastalıklı pamuk fideleri toplamış ve bunların %80'inin *Rhizoctonia soloni* olduğunu tespit etmiştir. *Burkholderia cepacia*

(F5) ve *Bacillius megaterium* (C5) bakterilerini, fungal biopreparat olarak *Trichoderma harzianum* KUEN-1565 ve fungisit olarak Trilex, BYF 182, Vitavax 200 FF'yi Carmen çeşiti pamuklarda tohum ilaçlaması şeklinde saksı ve ertesi yıl iki farklı lokasyonda (Söke ve Nazilli) tarla denemeleri yürütmüştür. Çıkış öncesi hem çökertenin engellenmesinde hem de en fazla pamuk fidesi çıkışında en iyi sonucu BYF 182'den almıştır. Söke tarla denemesinde bitki çıkışı açısından en güzel sonucu BYF 182, Nazilli tarla denemesinde ise Trilex fungisitinden almıştır.

Aşkın ve Katırcıoğlu (2009), domateste çökertene sebep olan *Pythium deliense*'ye karşı *Pseudomonas flourescens* izolatlarını kullanarak biyolojik mücadele çalışması yürütmüşlerdir. Sera koşullarında yürüttükleri çalışmada domatesin rizosfer tabakasında elde ettikleri 70 adet bakteri izolatını domates tohumlarına uygulayıp antogonistik etkilerini saptamışlardır. Uygulanan 4 izolatın etmene karşı %50 oranında hastalık şiddetini azalttığını belirtmişlerdir.

Karagöz ve Kotan (2010), marul yaprak lekesi hastalığına sebep olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitians*'ın biyolojik mücadelesi için elde etmiş oldukları *Pantoea* (33 izolat), *Bacillus* (6 izolat) ve *Paenibacillus* (1 izolat) cinslerine ait 40 adet PGPR ve PGPE bakterlerini uygulayarak hastalık şiddetindeki değişimi ve marulun gelişim parametrelerini incelemişlerdir. Bu izolatların içerisinden fosfatı çözebilme kabiliyeti olanlardan 11 tanesini ve bunların 4 farklı kombinasyonlarını sera koşullarında testlemişlerdir. İnokule edilen bakterilerin, marulda hastalık şiddetini azalttığını ve bitki gelişimini teşvik ettiklerini belirtmişlerdir.

Wani ve Khan (2010), nohutta yaptıkları çalışmada, sanayi devrimiyle birlikte toprakların toksik kromla kirlenmesinin küresel bir tehdit oluşturduğunu bildirmişlerdir. Topraktaki toksik kromun mikrobiyal çeşitliliği olumsuz yönde etkilediğini ve bitkilerdeki büyüme parametrelerini azalttığı belirtmişlerdir. Bu çalışmada nohut yetiştiriciliğinde *Bacillus* (PSB10) cinsi bir bakteri uygulamasının kontrole oranla bitki büyümesini, nodülasyonunu, klorofilini, leghaemoglobini, tohum verim ve proteinini arttırdığını ve bitkilerin krom alımını da azalttığını saptamışlardır.

Yıldız vd. (2012), çalışmalarında patlıcan (*Solanum melongena* L.) bitkisinin rizosfer bölgesinden izole edilen 46 rizobakteri izolatının patlıcanda *Fusarium* solgunluk hastalığı etmeni *F. oxysporum* Schlecht. f. sp. *melongenae*'nin *in vitro* koşullarda

miseliyal gelişimini %42-87 arasında değişen oranlarda inhibe ettiğini rapor etmişlerdir. Bu rizobakterilerden 2 tanesinin fosforu çözmede etkili olduğu, 3 tanesinin siderofor üretmede yetenekli olduğu, 11 tanesinin proteaz aktivitesi gösterdiği ve 3 tanesinin de hidrojen siyanid ürettiğini bildirmişlerdir.

Çakırbey (2012), Hatay ili ve çevresindeki zeytin üretim alanlarından, zeytinyağı fabrikasından, ticari silaj ve küspe yapım tesislerinden 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 etkinliklerini *in vitro* koşullarda araştırmıştır. Fungus ve bakteri izolatlarınının FOM'un miseliyal gelişimini değişik oranlarda engellediğini saptamıştır. Antagonistik etkiye sahip izolatlardan 11 tanesini *Penicillium* spp. ve 1'ni *Aspergillus niger* oluştururken, teşhisi yapılabilen bakteriyel izolatların çoğunluğunu *Bacillus* spp. (%73,3) oluşturmuş olduğunu belirtmiştir. Antagonistik bakterilerin in-vitro etkinliği, fungus inokulasyonu öncesi ön inkübasyon süresine bağlı olarak artış gösterdiğini saptamıştır.

Altınok vd. (2013), patlıcan rizosferinden elde edilen 10 adet *Pseudomonas* ve *Bacillus* izolatlarının uçucu bileşiklerinin *F. oxysporum* f. sp. *melongenae*'nin (Fomg) koloni gelişimini ortalama %38 ile %72 oranında inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Patlıcan fidelerinde, *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1) ve *P. putida* (P11-4)'nın kolonizasyonunun başarılı olduğu belirtmişlerdir. Saksı denemelerinde PGPR izolatlarından *P. aeruginosa* (P07-1), *P. putida* (P11-4), *P. aeruginosa* (85A-2), *Bacillus amyloliquefaciens* (76A-1) ve *B. cereus* (B10A) *Fusarium* solgunluğunun hastalık şiddetini %85 oranında azalttığını ifade etmişlerdir. Kullanmış oldukları PGPR'lardan *P. aeruginosa* (P07-1 ve 85A-2) ve *P. putida* (P11-4) %70 oranında inhibisyonla en yüksek antagonistik aktivite gösterirken, bunları *Pseudomonas* izolatları *P. aeruginosa* (P07-4) ve (56K-3) izolatlarının izlemiştir. *Bacillus* izolatlarında ise, (B10a, B379c, 76A-1) %50 üzeri inhibisyon sağladığını belirtmişlerdir. En düşük inhibisyon aktivitesini ise, *P. putida* (P13-1) uygulanan izolatlarda gözlenmişlerdir. Ancak rizobakterilerin tek tek uygulaması kombinasyona göre daha fazla başarı sağladığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarında biyokontrol ajanı olarak PGPR izolatlarından bazılarının, patlıcanda Fomg'ye karşı bitkide dayanıklılığı teşvik ederek

söz konusu hastalığın kontrolünde umut verici bir potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Çolak ve Biçici (2013), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde örtü altı domates yetiştiriciliğinde önemli verim kayıplarına neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL)'ye entegre mücadele yöntemi uygulamışlardır. Bu yöntem içerisinde solarizasyon uygulamasını (S), metham sodium uygulamasını (MS), kompost uygulamasını (KOM), *Bacillus subtilis* QST-713 uygulamasını (BS) ve *Trichoderma harzianum* (TH-T ve TH-G) uygulamasını tek tek ve kombinasyonlar halinde yapmışlardır. S+MS uygulaması çeşitli toprak seviyelerinde yapılmış ve yalnız başına uygulanan S uygulamasına göre daha başarılı sonuç elde ettiklerini rapor etmişlerdir. İki yıl tekrarlanan bu çalışma da S+MS uygulanmamış topraklarda hastalık oluşumu BS uygulamasında 1. yıl %21,3, 2. yıl ise; TH-T uygulamasında %20 gözlemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki uygulamada da FORL ile yapılan mücadelede gelecek vadeden sonuç BS ve TH-T uygulanan domates bitkilerinden elde ettiklerini saptamışlardır.

Yorgancı (2014), tez çalışmasında örtü altında yetiştirilen hıyar bitkisinde ürün kayıplarına sebep olan toprak kökenli patojenlerden *Fusairum oxysporum, Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum*'un kontolünde Remedier (*T. harzianum+T. viride*), Companion (*Bacillus subtilis* GB03), Actinovate SP (*Streptomyces lydicus* strain WYEC 108), T 22 Planter Box (*Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2) biyofungisitleri ile saksı denemeleri kurmuştur. Çalışmasının sonucunda biyofungisitleri toprağa uyguladığında toprak kökenli olan patojenlerle mücadele de olumlu sonuç verdiğini ve alternatif mücadele yöntemi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Erdoğan (2015), pamuk üretiminde sorun teşkil eden toprak kökenli fungal patojenlerden fide kök çürüklüğüne (*Rhizoctonia solani* Kühn., *Fusarium* spp., *Pythium* spp.) ve *Verticillium* solgunluğuna (*Verticillium dahliae* Kleb.) sebep olan etmenlere karşı Floresan *Pseudomonas*'ların etki mekanizmalarını incelemiş ve bu fungal hastalıklar için kullanılan biyopestisitleri tartışmıştır. Çalışma sonucunda Floresan *Pseudomonas*'lar antibiyosis, rekabet ve sistemik uyarılmış dayanıklılık etki mekanizmaları ile toprak kökenli fungal patojenleri baskıladığını belirtmiştir. Bunun

yanında, biyogübre olarak kullanımı ile yüksek verim elde etmekle birlikte kimyasal gübre ve ilaç kullanımınında azalttığını ifade etmiştir.

Gökçe ve Kotan (2016), buğday kök çürüklüğü hastalığı *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'nın kontrolüne karşı yapılan biyolojik mücadelede 25 farklı türde 212 adet bakteri izolatı testlenmişlerdir. Bu izolatlardan 39 tanesi saksı denemelerinde buğday tohumlarının yüzeyine uygulamışlardır. Uygulanan bakterilerin büyük kısmı hastalığı engellerken bitki gelişiminide teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Bakteri izolatlarından özellikle (*Bacillus megaterium* TV-6D, *Brevibacillus choshinensis* TV-53D ve *Bacillus pumilus* TV-3C) hem buğday kök çürüklüğü hastalığını kontrol etmede biyopestisit hem de buğday yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak kullanıma uygun olduğunu rapor etmişlerdir.

Bektaş (2017), Amasya Bölgesi'nde soğan üretiminde sıkıntı yaratan dip çürüklüğü hastalığı (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*)'nın moleküler tanısını ITS1 ve ITS4 primerlerini kullanılarak yapmıştır. Biyolojik kontrolünde ise, sağlıklı gelişen soğan bitkilerinin kök bölgelerinden 269 adet rizobakteri elde etmiştir. Rizobakterileri ikili kültür testi yaparak FOC'un misel gelişimi üzerindeki antagonistik etkisini belirlemiştir. İkili kültür testinin sonucunda 8 bakterinin misel gelişimini %72,6-75,3 arasında engellediğini bildirmiştir. Bu bakterilerden 3 izolat ve fosfor çözme kabiliyeti iyi olanlardan 12 izolat belirlenerek *in vivo*'da saksı denemeleri yapmıştır. Aynı zamanda sera ve açık ortamda da saksı denemeleri kurmuştur ve sonucunda hastalık şiddetini %11,2-77,8 oranında azalttığını bildirmiştir. Ayrıca hastalığın olmadığı alanlarda ise büyüme parametrelerinde farklı oranlarda artış olduğunu da saptamıştır.

1.4.2. Bitki Aktivatörlerin Bitki Fungal Hastalıklarının Mücadelesinde Kullanılması İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Huang *et al*. (2000), çalışmalarında çiçek dönemindeki kavun bitkilerine 50mg/l konsantrasyonunda acibenzolar-S-methyl (ASM) ve guazatine etken maddeli fungisiti ayrı ayrı ve kombinasyon halinde yeşil akşamlara püskürterek uygulanmışlardır. Kavunda enfeksiyona sebep olan *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp. ve *Trichothecium* sp. etmenlerine sadece ASM uygulandığında hastalık şiddetinde azalma saptamışlardır. Guazatine bitkilere tek başına uygulandığında, *Fusarium* spp. etmenine

karşı etki sağlarken, *Alternaria* spp. ve *Rhizopus* spp. etmenlerine daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Matheron ve Porchas (2000), çalışmalarında 9 farklı marul çeşidine, 2 farklı dozda 4 kez acibenzolar-S-methyl uygulamışlardır. Kontrol gruplarında külleme oranı en az Cibola, Conquisador ve Coolguard çeşitlerinde gözlemişlerdir. İlk uygulamada 4,046 m^2'ye 14 g acibenzolar-S-methyl uygulanmışlar ve sonucunda tüm çeşitlerde hastalık şiddetinin azaldığını tespit etmişlerdir. İkinci dozda ise 28 g acibenzolar-S-methyl uygulamışlar ve ilk uygulamada kullanılan iki marul çeşidinde hastalık şiddetin daha da azaldığını gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda her çeşidin hastalığa karşı farklı duyarlılık seviyesinde olmasına rağmen yapılan uygulama ile bütün bitkiler küllemeye karşı ekstra koruma sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca uygulama ile birlikte bitkilerde fitotoksite gözlemlenmediğini belirtmişlerdir.

Matheron ve Porchas (2002), biberde *Phytophtora capsici* etmenine karşı sera ortamında yürüttükleri denemelerinde Bell Tower ve AZ9 biber kültüvarlarına 2 (engellenme oranı %93,2-97,2) veya 4 (engellenme oranı %87,4-92,4) defa acibenzolar-S-methyl uygulamışlar ve hastalık şiddetinde azalma tespit etmişlerdir. Ayrıca bitkilere sadece metalaxyl-m uygulaması ve acibenzolar-S-methyl+metalaxyl-m uygulaması yapmışlardır. Uygulamalar sonucunda en başarılı sonuç acibenzolar-S-methyl+metalaxyl-m birlikte uygulandığında elde edilmiş ve hastalık şiddetinde azalış rapor etmişlerdir. Acibenzolar-S-methyl'in bitkide sinyalizasyon mekanizmasında salisilik asit gibi çalışarak sistemik kazanılmış dayanıklılığı da teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Matheron ve Porchas (2003), diğer bir çalışmada, brokoli, karnabahar ve kabaklar mildiyö hastalığına sebep olan *Peronospora parasitica ile mücadelede* Acibenzolar-S-methyl ile birlikte azoxystrobin, (dimethomorph+mancozeb)+maneb ve famoxadone+cy kullanmışlardır. Uygulama sonucunda Acibenzolar-S-methyl'in fungisit olmamasına rağmen karnabahar, brokoli ve kabaklarda hastalığık şiddetini önemli oranda azalttığını belirtmişlerdir.

Agostini *et al*. (2003), limon bitkisinde hastalık oluşturan *Elsinoe fawcetii*, greyfurtta *Diaporthe citri*, mandalinada *Alternaria alternata* etmenlerine karşı dayanıklılık mekanizmasını aktive etmek için hidrojen peroksit, fosforik asit, harpin, laminarin,

Bacillus subtilis, potasyum fosfat, fosetyl al, acibenzolar-S-methyl, alfa-keto asiti ve benomyl ve strobilurin pestisitlerininin etkilerini testlemişlerdir. Tüm uygulamaların sonucunda kontrol grubuna göre etmenlerin oluşturduğu hastalık şiddetini inhibe etmede başarılı olduklarını tespit etmilerdir. En başarılı sonuca benomyl ve strobilurin uygulanan gruplarda ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Bunlara ilaveten acibenzolar-S-methyl ve *Bacillus subtilis*'in diğer grup içerisindeki en başarılı sonuca sahip olduğunu belirtmişlerdir. Limonda ise hidrojen peroksit ve harpinin, *Elsinoe fawcetii* etmenini kontrol ettiğini ifade etmişlerdir.

Perez *et al*. (2003), değişik yıllarda ve lokasyonlarda yürüttükleri çalışmalarında siyah tütünde maviküf hastalığının etmeni olan *Peronospora hyoscyami'*ye karşı SAR mekanizmasının çalışmasında A-S-M'nin rolünü belirlemek amacıyla denemeler kurmuşlardır. Denemede 10 gün aralıklarla 17-25-37,5 g/ha A-S-M uygulamışlardır. İlk uygulamada 17 g/ha aktif madde kullanıldığında SAR mekanizması tetiklenmiş fakat puro üretiminde kullanılan yapraklardaki etmenin yeterli orada engellenmediğini tespit etmişlerdir. İkinci uygulamada 25 g/ha A-S-M kullanmışlar ve sonucunda kontrol grubuna göre uygulama yapılan bitkilerde eser miktarda *Cercospora nicotianae* ve *Alternaria alternata* sporları tespit etmişlerdir. Son olarak 37,5 g/ha A-S-M uygulanan bitkilerde ise fitotoksisite oluştuğunu gözlemlemişler, fakat kurutma işleminden sonra bu fitotoksisitenin herhangi bir zarar oluşturmadığını rapor etmişlerdir. Bu çalışma ile A-S-M'in sistemik kazanılmış dayanıklılık gibi davrandığını ifade etmişlerdir.

Sulewska *et al*. (2003), Polonya'da arazi koşullarında yürüttükleri çalışmalarında buğday bitkisinde *Pyrenophora teres, Rhynchosporium secalis, Blumeria graminis* (*Erysiphe graminis*) ve *Puccinia hordei* etmenlerinin oluşturduğu hastalıklara karşı A-S-M ve alginik asit+sitokinin+giberellin bioaktivatörleri ile 4 farklı dozda azot gübresi (0, 30, 60 ve 90 kg/ha) uygulamışlardır. Biyoaktivatörlerin hastalığı azalttığını gözlemlemişlerdir ancak Acibenzolar-S-methyl ve alginik asit+sitokinin+giberellinin uygulamaları arasında bir fark tespit edememişlerdir.

Bishnoi ve Pavyavula (2004), çalışmalarında harpin ve acibenzolar-S-methyl'in, domates ve kanola bitkilerindeki verim ve hastalık direncine etkilerini araştırmışlardır. Domateste Mountain Pride, Floralina ve Florida-47 çeşitlerini kullanırken kanolada Flint ve 188-20 B çeşitlerini kullanmışlardır. Uygulama sonucunda domateste erken

yaprak yanıklığı hastalığının şiddetinde %8-12 oranında azalma ve verimde %10-13 artış gözlemlemişlerdir. Kanolada ise kara leke hastalığının herhangi bir oranda değişmediği fakat harpin uygulamasında bitki boyunda artış olduğu, Acibenzolar-S-methyl uygulamasında ise harnup sayısını %7,2 ve %8,6 oranında, verimi ise %9,7 ve %7,2 oranında arttırdığını rapor etmişlerdir.

Buzi *et al*. (2004), araştırma çalışmalarında kavun bitkisinde enfeksiyon oluşumuna sebep olan *Didymella bryoniae* ve *Sclerotinia sclerotiorum* etmenlerine karşı salisilik asit ve metil jasmonat seviyelerinde artışa sebep olan, acibenzolar-S-methy (A-S-M) uygulamışlar ve etkilerini araştırmışlardır. Kavun fidelerine metil jasmonat uygulandığında *Didymella bryoniae* etmeninin oluşturdukları enfeksiyonların tamamen baskılandığını gözlemlemişlerdir. Tohumlara ASM uygulaması yapıldığında *Sclerotinia sclerotiorum*'un oluşturduğu enfeksiyonlarda azalma olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda ASM ve metil jasmonat uygulamasının tohuma ve fidelere uygulanmasının fide döneminde bitkide dayanıklılık mekanizmasında hareketlenye sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Baysal vd. (2005), yürütmüş oldukları çalışmalarında biber bitkisinde hastalık oluşumuna sebep olan *Phytophthora capsici* etmenine karşı A-S-M uygulaması yapmışlar ve hastalık etmenine karşı bitkide oluşan dayanıklılığı incelemişlerdir. Bitkilere A-S-M uyguladıktan 3 gün sonra etmen inokulasyonu yapmışlar ve sonuçları takip etmişlerdir. Çalışma sonucunda biber bitkilerinin *P. capsici* etmenine karşı %45 oranında dayanıklılık kazandığını saptamışlardır. A-S-M uygulanan biber bitkilerinde uygulama sonrasında L-phenylalanine ammonia-lyase (PAL) enziminin oluşumunun teşvik edildiğini ve bitkideki total fenol içeriği ile chitinase ve β-1,3-gluconase aktivitelerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Kontrol grubunda A-S-M uygulaması yapılan bitkilerde bu enzim parametrelerinde önemli düzeyde bir artış olmadığını rapor etmişlerdir. Çalışmaya göre A-S-M uygulamasının bitki savunma mekanizmasında rol alan PAL aktivitesini, PR proteinlerini ve fenol birikimini arttırarak *P. capsici*'ye karşı dayanıklılık mekanizmasını teşvik ettiğini rapor etmişlerdir.

Mondal *et al*. (2005), yürüttükleri çalışmalarında pamuk bitkisinde *Thielaviopsis basicola* etmeninin oluşturduğu siyah kök çürüklüğü hastalığına karşı A-S-M uygulaması yaparak sistemik direncin nasıl uyarıldığını araştırmışlardır. Saksı

denemelerinde tohumları ekmeden önce 25-50 µg/ml 3 ve 5 saat A-S-M'ye bandırmışlardır. Analizler sonucunda kök bölgesindeki hastalık şiddetinde %20-30 oranında azalma gözlemlemişlerdir. Tarla denemelerinde ise ekimden önce tohumlara A-S-M püskürtme, bandırma ve fide çıkışından sonra yapraklara püskürtme şeklinde uygulama yapmışlardır. Analizler sonucunda ise, A-S-M ye bandırılan tohumlarda kök bölgelerindeki çürümelerde %33 oranında azalış, püskürtme (550 l/ha'da 25 µg A-S-M /ml) yapılan tohumlarda hastalık şiddetinde %24 oranında azalış, nispeten sağlıklı yan köklerde %35 artış ve meyve sayısında %29 artış tespit etmişlerdir. Tohum ilaçlamasında 3.3 mg uygulamanın herhangi bir azalmaya sebep olmadığını fakat 6 mg uygulamanın kazık köklerdeki hastalık şiddetinde %20 oranında azalış gözlendiğini saptamışlardır. Yaprak püskürtmelerinde ise etki görmemişlerdir. Çalışma sonucunda A-S-M pamukta siyah kök çürüklüğü hastalığına karşı entegre mücadele kapsamında kullanılmasının faydalı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Bi *et al*. (2006), çalışmalarında, hami kavununda hasat sonrası çürümelere sebep olan A*lternaria alternata, Fusarium semitectum* ve *Trichothecium roseum* etmenlerinin kontrolü için acibenzolar-S-methyl uygulaması yapmışlardır. Meyvelere 200 mg/l acibenzolar-S-methyl uygulaması yaptıklarında hasat sonrasında problem teşkil eden etmenlere karşı başarı sağladıklarını ifade etmişlerdir.

Konukoğlu (2007), doktora tez çalışmasında biber bitkisinin 1 adet dayanıklı ve bir adet duyarlı çeşidinde, kök ve kök boğazı yanıklığına sebep olan *Phytophthora capsici*'ye karşı bitkilerde dayanıklılığı arttırmak için floresan *Pseudomonas,* fosetyl-Al, acibenzolar-S-methyl, salisilik asit ve harpin proteinini testlemiştir. Denemeyi 2 tekerrürlü şekilde kurmuştur. Birinci deneme sonuçlarına göre yapmış olduğu 3, 5 ve 7. gün gözlemlerine göre A-S-M sırasıyla %69,44, %58,6 ve %56,27'lik etki ile hastalığı engellemede en başarılı uygulama olduğunu ifade etmiştir. İkinci deneme sonuçlarına bakıldığında A-S-M açısından birinci deneme ile paralel sonuçlar elde etmiştir. *Pseudomonas* izolatı %43,78, %33,79 ve %38,91 etki ile A-S-M'yi takip ettiği rapor etmiştir. İkinci denemede ise ilk deneme ile paralel sonuçlar elde etmiştir. Birinci denemeye göre *Pseudomonas* izolatını messenger, salisilik asit ve fosety-Al izlese de ikinci denemede bu uygulamaların etkili olmadığını saptamıştır.

Faessel *et al*. (2008), soya fasülyesinde *Rhizoctonia solani*'ye karşı A-S-M uygulamışlardır. Çalışmada 0,5 g/l A-S-M uygulandığında etmenin gelişimini %40 oranında engellediğini belirtmişlerdir. Tohum inhibisyonu 0,08 g/l ve 0,5 g/l ile uygulama yapıldığında chitanase faaliyetlerini uyarmış ve çökerten hastalığının simptomlarını azalttığını gözlemlemişlerdir. A-S-M uygulamasının patojenin gelişimi üzerindeki etkilerinin olduğunu ve tohum ilaçlaması ile iki günlük fidelere yapılan uygulamaların ise fidelerin gelişiminde artışa sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan 0,5 g/l A-S-M uygulamasının seminal köklerde %53 oranında azalışa sebep olduğunu fakat bu azalışın geçici süreli olmakla birlikte hızlı bir şekilde düzelme gözlendiğini saptamışlardır.

Pereira *et al*. (2008), çalışmalarını kahve bitkisinde hastalığa sebep olan *Cercospora coffeicola* etmenine karşı *in-vivo* koşullarında, kahve yemişi kabuğu özütü, kekik esansiyel yağı ve A-S-M uygulayarak çimlenme ve miseliyal gelişime etkisini ve uyarılmış direncin karekterizasyonunu ve dokularda lignin ve peroksidaz aktivesini belirlemek amacı ile yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda kahve yemişi kabuğu özütünün çimlenme oranı üzerine toksik bir etki oluşturmadığı fakat konsantrasyonlarda artış yapıldığında misel gelişiminde doğru orantılı olarak azalma gözlemlendiğini saptamışlardır. Kekik esansiyel yağı uygulandığında kahve yemişi kabuğu özütü uygulamasında gözlemlendiği gibi misel gelişiminde engelleme sağladığını rapor etmişlerdir. Üç uygulamanın da çimlenme ve çim boruları gelişiminde bir fark yaratmadığını ifade etmişlerdir. Üç uygulamanın da yapıldığı bitkilerde, uygulama sonrası 2. ve 11., 7. ve 11., 2. ve 9. günlerde peroksidaz faaliyetinde en üst seviyeye çıkış gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda lignin birikiminde bir değişim sergilenmediği ve kahve yemişi kabuğu özütü ve A-S-M'nin kahve tohumlarında *C. coffeicola*'ya karşı direnci uyardığını ve kekik esensiyal yağının patojen üzerinde toksik bir etki göstermiş olduğunu ifade etmişlerdir.

Ünlü (2008), doktora tezinde İzmir'in Menderes beldesinde sera ortamında yetiştirdiği hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisine, bitki aktivatörü olan Crop-Set ile fungisit olan Anvil 50 SC (50 g/L Hexaconazole) ve Forum Blu 46 WP (%6 Dimethomorph, %40 Bakıroksiklorür) uygulamıştır. Denemede bu materyalleri, tavsiye edilen doz, bu dozun 2-3 katlarını uygulayarak hıyar bitkisinde morfolojik, fizyolojik, anatomik ve verim üzerindeki etkilerini testlemiştir. Uygulama sonucunda fungisit uygulaması yapılan

gruplar ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, fotosentetik pigmentasyonda ve topraktaki toplam mikro fungus rakamlarında azalma olurken, Crop-Set uygulamarında bu verilerde artış olduğunu saptamıştır. Crop-Set uygulanan bitki gruplarında polenlerin daha steril olduğu ve bununla birlikte total çiçek ve meyve sayısındaki artış ile orantılı olarak verim ve kalitenin arttığını tespit etmiştir. Fungisit uygulanan bitkilerin bu parametrelerinde ise azalma olduğunu rapor etmiştir.

Whan *et al*. (2008), çalışmalarında pamuk bitkisinde hastalığa sebep olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* (Fov) etmenine karşı A-S-M aktivatörünün etkinliğini testlemişlerdir. Kontrol grubu ile A-S-M ve Fov uygulanmış bitkiler karşılaştırıldığında chitinase class I, peroxidase ve β-1, 3-glucanase enzim aktivitelerinde önemli derecede bir artış saptamışlardır. A-S-M uygulanan bitkileri sadece sulama yapılan kontrol grupları ile karşılaştırıldığında enzim aktivitelerinde kayda değer bir değişiklik saptanmadığını ifade etmişlerdir. Fungus injeksiyonu yapıldıktan sonra A-S-M uygulanan gruba bakıldığında *Phenylalanine ammonialyase* transkripti, tek başına A-S-M uygulanmış bitkilere göre daha yüksek olduğunu rapor etmişler ve osmotion benzeri protein transkriptini A-S-M aşılanmış ve püskürtülmüş bitkilerde daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. 4-coumarate-CoA ligase benzeri proteinlerin tüm diğer genler için daha az olduğunu belirlemişlerdir. Sadece su uygulanan kontrol gruplarıyla karşılaştırdıkların da A-S-M uygulanmamış, Fov aşılanmış bitkilerden alınan ekstratlarda ve A-S-M uygulanmış ve Fov aşılanmış bitkilerden alınan ekstratlarda önemli bir artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Chitinase, β-1, 3-glucanase ve preoxidase aktivitesindeki en çok artış Fov ve A-S-M inokule edilmiş tohumlardan alınan kök ve filiz dokularında oluştuğunu saptamışlardır. Tek başına A-S-M uygulanmış bitkilerle sadece sulama yapılan kontrol gruplarını karşılaştırdıklarında enzim faaliyetlerinde pek bir artış olmadığını ifade etmişlerdir. Sadece A-S-M veya Fov uygulaması yapılan bitkilere baktıklarında inokulasyondan üç gün sonra *Polyphenol oxidase* faaliyetlerinde artış olduğu sonucuna varmışlardır.

Kone *et al*. (2009), yürütmüş oldukları çalışmalarında *Phytophthora capsici*'nin zoospor üretimini, miseliyal gelişimini ve yayılmasını engellemek amacı ile Acibenzolar-S-methyl ve BABA (β-amino butyric acid) kullanmışlardır. *In vitro* koşullarda yürütülen kısımda ASM ve BABA 25 ila 2000 µg/ml uygulaması yapıldığında etmenin miseliyal gelişiminde etkili olmadığını gözlemlemişlerdir. BABA uygulamasında testlenen bu üç

parametrede etki sağlanmadığı fakat ASM'nin 500 ile 1000 µg/ml konsantrasyonlarının sporangium üretimini azalttığını ifade etmişlerdir. Sera koşullarında yapılan araştırmada ise, ASM ve BABA'nın 25-50 µg/ml konsantrasyonlarda uygulama yapıldığında ASM uygulanan bitkilerin her iki konsantrasyonlarda hastalığın şiddetinde elleme sağladığını, BABA uygulanan bitkilerdeyse hastalık şiddetinde herhangi bir engelleme sağlanmadığını rapor etmişlerdir.

Dereboylu ve Tort (2010), çalışmalarında sera ortamında yetiştirdikleri hıyar (*Cucumis sativus*) bitkisine Crop-Set ve fungisit uygulaması yapılarak bu iki farklı uygulamanın meyvelerdeki verim ve kalite oranına etkilerini araştırmışlardır. Uygulama sonucunda Crop-Set uygulaması yapılan bitkilerde kontrol grubuna göre çiçeklenme ve meyve oluşum miktarında artış olduğunu ve bununla doğru orantılı olarak verim ve kalite miktarında da artış olduğunu rapor etmişlerdir. Fungisit uygulaması yapılan bitki grubu ile kontrol grubunu karşılaştırdıklarında ise, Crop-Set uygulamasının aksine verim ve kalite miktarında azalma olduğunu saptamışlardır.

Galdeno *et al*. (2010), yapmış oldukları çalışmalarında kahve bitkisinde yaprak lekesi etmeni *Cercospora coffeicola*'ya karşı A-S-M uygulamışlardır. Bitkilere A-S-M'i 25-50-100-200 µg/ml konsantrasyonlarda yapraktan uygulamışlardır. Çalışma sonucunda *C. coffeicola*'nın yapraklar lezyonlarının gelişiminde etkili olduğunu fakat *in vitro* çalışmalarda konidilerdeki çimlenmeyi ve misel gelişimini engellemede etkili bulunmadığını rapor etmişlerdir.

López *et al*. (2010), çalışmalarında Habanero biber çeşidinde (*Capsicum chinense*) hastalığa sebep olan *Phytophthora capsici* etmenine karşı mücadelede 21 günlük biber bitkilerine 100-500 µg/ml konsantrasyonda kitosan uyguladığında oomyceteslerin direk etkilendiğini ve etmenin yayılmasının engellendiğini gözlemlemişlerdir.

Eser (2011), yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, iki farklı Yedikule ve Chianti marul çeşidinde kurşuni küf hastalığına sebep olan *Botrytis cinerea* Pers. etmenine karşı, Messenger ve Crop-Set biyoaktivatörlerini testlemiştir. Çalışma sonucunda, Messenger ve Crop-Set uygulanan bitkilerde kontrol grubuna göre etmenin gelişiminin azaldığını saptamıştır.

Sanders ve Langston (2011), yaptıkları çalışmalarında, karpuz bitkisinde solgunluk hastalığı etmeni *Fusarium oxysporium* f. sp. *niveum*'un mücadelesinde biyoaktivatör olarak acibenzolar-S-methyl ve fungsit olarak prothioconozole ve metconazole etken maddelerini kullanmışlardır. Acibenzolar-S-methyl uygulaması yapılan bitkiler ile kontrol grubu karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde önemli oranda azalma gözlemlemişlerdir. Acibenzolar-S-methyl uygulaması yapılmış bitkiler ile prothioconozole ve metconazole uygulaması yapılan bitki parselleri karşılaştırıldığında kayda değer bir fark saptamamışlardır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Kullanılan Alet ve Cihazlar

Tez araştırmasında kullanılan cihaz, alet ve sarf malzemeleri; araştırma mikroskobu (Zeiss Primo star), inkübatör, otoklav, steril kabin, derin dondurucu (-20ºC), buzdolabı, çalkalayıcı, mikro pipet, pipet ucu, manyetik karıştırıcı, hassas terazi, saf su cihazı, vortex, milipor filtre, biyolojik membran filtre, filtre kağıtları, kurutma kağıdı, steril lam, lamel, deney tüpü, Petri kabı, falkon tüpü, beher glass, erlenmayer, öze, aşı kalemi, pens, sprey şişe, mezür, iklim odası, cork pourer, cetvel, cam baget, bunzen beki, saksı, viyol, torf, perlit, spektrofotometre, alüminyum folyo şeklindedir.

2.1.2. Araştırmada Kullanılan Besiyerleri ve Çözeltiler;

PDA (Patato Dextrose Agar; Merck): 39 gram patates dekstroz agar 1 litre distile su (dH_2O) içerisinde eritilmiş ve otoklavda 1 atm basınç, 121°C'de 20 dakika steril edilmiştir. Isıtılarak eritilen besiyeri, steril kabin içerisinde steril edilmiş Petri kaplarına dökülmüştür.

NA (Nutrient Agar: Merck): 20 gram nutrient agar 1 litre dH_2O içerisinde eritilmiş ve otoklavda 1 atm basınç, 121°C'de 20 dakika steril edilmiştir. Isıtılarak eritilen besiyeri, steril kabin içerisinde steril edilmiş Petri kaplarına dökülmüştür.

AA (Agar-agar: Merck) 12 gram agar-agar 1litre saf su içinde dökülmüş ve otoklavda 1 atm basınç, 121°C'de 15 dakika steril edilmiştir. Isıtılarak eritilen besiyeri, steril kabin içerisinde steril edilmiş Petri kaplarına dökülmüştür.

Etil Alkol Çözeltisi: %70'lik hazırlanmıştır.

NaClO (%2): 98 ml dH_2O'ya 2 ml %5'lik sodyum hipoklorit ilave edilerek solüsyon hazırlanmıştır. Kavun tohumlarının yüzey dezenfeksiyonu için kullanılan sıvı solüsyondur.

2.1.3. Biyokontrol Ajanı Bakteriler, Aktivatörler, Pestisitler ve Patojen İzolat

Biyokontrol ajanı olarak 17 adet rizobakteri Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarı (ERÜ BAP FBA1065 kodlu proje kapsamında karakterize edilen bakteriler arasından seçilmiştir) kültür koleksiyonundan temin edilmiştir (Yıldız vd., 2012; Altınok vd., 2013).

Aktivatör olarak ISR-2000, Crop-Set, AuxiGro kullanılmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Bitki aktivatörleri ve fungisit ürün bilgileri.

Uygulamalar	**Üretici Firma**	**Doz**
AuxiGro	Emerald Bio	30g/da- yeşil aksam
Crop-Set	Improcrop	60ml/da- yeşil aksam
ISR-2000	Improcrop	100ml/da-yeşil aksam
Maxim	Syngenta	500ml/da-toprak

Fungusit olarak Maxim® XL (25g/l Fludioxonil= 4-(2,2-difluro-1,3benzodioxol-4-yl)-1*H*-pyrrole-3-carbonitrile + 10g/l Metalaxyl-M= methyl *N*-(methoxyacetyl)-*N*- (2,6-xylyl)-D-alaninate) kullanılmıştır (Tablo 2.1).

Kavunda kullanılan patojen izolat, *Fusarium oxysporium* f. sp. *melonis* (Fom-TR01, ırk 1-2) aynı kültür koleksiyonundan patojenisite testi yapılarak elde edilmiştir. Lam-lamel sandviç tekniği (Slide culture) kullanılarak, fungal organizmalar lactophenol cotton blue stain (Difco, USA) ile boyanarak görüntülenmiştir.

Tohum çimlendirme testi ve saksı denemelerinde solgunluk hastalığına duyarlı Fransız kavun çeşidi *Cucumis melo* L. *cantalupensis* Group cv. Luna'nın tohumları kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Rizobakteri İzolatlarının Antagonistik Etkilerinin Testlenmesi

Kültür koleksiyonumuzda bulunan 17 adet PGPR izolatının *in vitro*'da antagonistik aktivitelerinin belirlenmesi çalışmalarında, patojen izolat (Fom-TR01 ırk 1-2) PDA ve PGPR izolatları NA besiyerlerinde geliştirilmişlerdir. PGPR bakterilerinin 50'şer µl 10^8 hücre/ml yoğunlukta süspansiyonları ile Petri kaplarının kenarlarından ve merkezden eşit uzaklıktaki 4 noktadan inokule edildikten sonra 25ºC±1'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra *F. oxysporum* f. sp. *melonis*'in (Fom-TR01) bir haftalık taze kültüründen alınan 4 mm'lik agar diski Petri kabının merkezine inokule edilerek, 25ºC±1'de 7 gün inkübe edilmiştir (Yıldız vd., 2012). Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 10 tekerrürlü kurulan denemede (her Petri kabı bir tekerrür) patojen koloni çapı ölçülerek mm cinsinden kaydedilmiş ve yüzde inhibisyon eşitlikle verilen formüle göre hesaplanmıştır.

*[(R-r)/R*100])*

r: bakteri kolonisinin karşısındaki fungal koloninin çapı;

R: Fungal koloninin maksimum çapı

İzolat seçiminde antibiyosis etki mekanizmasından bağımsız olarak, PGPR izolatlarının daha önce tamamlanan proje kapsamında belirlenmiş karakterizasyon özellikleri dikkate alınmıştır. Bu bağlamda azot bağlayan, fosfat çözebilen, proteaz akvite gösteren, siderofor ve HCN üreten iki adet izolat (*P. aeruginosa*; P07-1 ve P07-4) ile birlikte azot bağlayan ve proteaz akvite gösteren iki adet PGPR izolatı (*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis*; B379c ve, *Pseudomonas* sp.; P48-2) değerlendirmeye alınmıştır (Yıldız vd., 2012).

2.2.2. Tohum Çimlendirme Testi

Kavun tohumlarının sodyum hipoklorit (%2'lik NaOCl) solüsyonunda yüzey dezenfeksiyonu yapılmış, iki kez steril distile suda durulandıktan sonra kurutulmuştur. Tohumlar 35'er adet gruplara ayrılmış ve püskürtme yöntemi ile bakterilerin 10^8 hücre/ml yoğunlukta süspansiyonları uygulanmıştır. Tohumlar uygulamadan sonra 60

dakika tekrar kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan tohumlar 11 cm'lik Petri kaplarında 7 adet bulunacak şekilde, 5 tekerrür halinde %1'lik su agar besiyerinde 24ºC'de inkübe edilmiştir. Kontrol tohumları ise sadece su agar besiyeri ile kaplanmıştır. Bu şekilde hazırlanan tohumlar 24°C'de 8 gün inkübe edilmiş, inkübasyonun 4. ve 8. gününde tohumların radikula ve hipokotil uzunluğu ölçülerek mm cinsinden kaydedilmiş ve çimlenme oranı (%), çimlenme hızı ve tohum canlılık indeksi hesaplanmıştır (Abul-Baki ve Anderson, 1973; Gupta, 1993). Veriler SPSS programında P<0,005, düzeyinde Tukey'e göre istatiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çimlenme Oranı (%) = (Çimlenen Tohum Sayısı) / (Toplam Tohum Sayısı) x 100

Tohum Vigor (Canlılık) İndeksi= Çimlenme Oranı (%) x Fide Boyu (mm)

Çimlenme Hızı: Bir Günde Çimlenen Tohum Sayısı / Ekimden Sonra Geçen Gün Sayısı

2.2.3. PGPR ve Aktivatör Uygulamalarının Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığının Gelişimine Etkileri

Yüzey dezenfeksiyonu yapılan kavun tohumları, steril kum-toprak-torf (1:2:1) içeren plastik küvetlere (28 x 38 cm) ekilmiş, dikotiledon yapraklı dönemde iken, steril kum-toprak-torf (1:2:1) içeren 13 cm çaplı plastik saksılara şaşırtılmıştır. Fideler 5-6 gerçek yapraklı döneme geldiklerinde, her saksıya 50 ml PGPR izolatı inokule edilmiştir. Bu amaca yönelik olarak, NA besiyerinde 2 gün geliştirilen bakteri hücreleri 10 mM $MgCl_2$'de süspanse edilerek inokulum süspansiyonu hazırlanmıştır (10^8 hücre/ml). Patojen kök daldırma yöntemi ile inoküle edilmiştir (Altınok ve Can, 2010). PGPR uygulandıktan bir hafta sonra fideler patojenin spor süspansiyonuna (10^6 cfu ml^{-1}) 5 dakika süreyle daldırılmıştır (Altınok vd., 2013).

Aktivatörler PGPR uygulaması ile aynı gün yeşil aksama püskürtme şeklinde uygulanmıştır. AuxiGro (300 mg/100 ml), Crop-Set (60 µl/100 ml), ISR-2000 (100 µl/100 ml) uygulamasından bir hafta sonra patojen kök daldırma yöntemi ile inokule edilmiştir. Maxim fungisiti ise aynı gün toprağa uygulanmıştır (125 µl/100 ml). Pozitif kontrol bitkilere sadece patojen inokulumu, kök daldırma yöntemi ile inokule edilmiştir. Negatif kontrol bitkiler ise, spor süspansiyonu yerine steril distile suya daldırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir saksıda 2 fide olacak şekilde 3

tekerrürlü olarak kurulmuş ve 16 saat aydınlık (11000 lüks), 8 saat karanlık fotoperyota ayarlı, %80 nisbi nem, gündüz 27±2ºC ve gece 24±2ºC sıcaklık içeren Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim kontrollü kabinlerinde yürütülmüştür. Fideler inokulasyondan sonra ilk simptomların gözlendiği günden itibaren bitkilerde ölüm görünümlerinin başladığı süreye kadar (21 gün) periyodik olarak 7, 14 ve 21. günlerde modifiye edilmiş skalaya göre solgunluk gelişimi yönünden değerlendirilmiştir (Altınok ve Kamberoğlu, 2005). Denemenin sonlandırıldığı 21. güne ait skala değerleri üzerinden, Townsend-Heuberger formülüne göre yüzde hastalık şiddeti ve Abbott formülüne göre de uygulamaların yüzde etkileri saptanmıştır (Karman, 1971). Ayrıca, denemede yer alan bitkilerin toprak üstü aksamı bitki boyu (mm) ve kök-yeşil aksam kuru ağırlığı (g) belirlenmiştir. Elde edilen verilere varyans analizi yapılmış (one way ANOVA) ve Tukey's HSD testi ($P<0,001$) ile uygulamalar arasındaki fark karşılaştırılmıştır (JMP v9.0 software (SAS Institute Inc., Carry, NC, USA). Ayrıca hastalık gelişim eğrisi altında kalan alan (AUDPC; The area under disease progress curve) hesaplanmıştır (Campbell ve Madden, 1990; Altınok ve Can, 2010).

2.2.4. Savunmada Rol Alan Enzimlerin Biyokimyasal Analizleri

Kök bakterilerinin bitkilerde dayanıklılık mekanizması üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla savunmada rol alan enzimler araştırılmıştır. Saksı denemelerinde biyokimyasal analizler için, patojen inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra bitkilerden yaprak örnekleri (1 g) alınarak, distile suda yıkandıktan sonra sıvı azotta dondurulmuş ve analiz yapılana kadar -80ºC'de stoklanmıştır. Prolin ekstraksiyonu ve saptanması; Bates *et al.*, (1973)'nın önerdikleri yönteme göre yapılmıştır. Asit-ninhidrin karışımı renk maddesi olarak kullanılmıştır. Ninhidrin (1.25 g), glasiyal asetik asit (30 ml) ve 6 M fosforik asit (20 ml) içerisinde çözülmüştür. Yaprak örnekleri 10 ml %3'lük sülfosalisilik asit içinde homojenize edilmiştir. Homojenizasyon Whatman No: 2 filtre kağıdından geçirildikten sonra 2 ml'lik karışım 100ºC'de 1 saat süreyle kaynatılmış ardından reaksiyon buz içerisinde sonlandırılmıştır. Absorbans 515 nm toluen kontrolüne karşı okunmuştur. Standart olarak önceden hazırlanmış olan L-Prolin solüsyonu kullanılmıştır. Katalaz (CAT) enzimi; Milosevic ve Slusarenko (1996)'nun yöntemine göre saptanmıştır. Bu amaca yönelik olarak 50 µl protein extraktı, 2,95 ml (10 mM H_2O_2, 50 mM potasyum fosfat buffer (pH 7,0) ve 4 mM Na_2EDTA) reaksiyon karışımına ilave edilerek, 240 nm'de 25ºC'de 30 sn süre ile

ölçülmüştür. Reaksiyon kinetiği, ΔA240 mg^{-1} protein min^{-1} olarak kaydedilmiştir. Peroksidaz (POX) ölçümü; Cvikorová *et al*., (1994)'nın yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaca yönelik olarak 1 g yaprak örneği homojenize edilmiş, 100 µl yaprak ekstraktı 3 ml reaksiyon karışımına (13 mM gayacol, 5 mM H_2O_2 ve 50 mM Na-fosfat (pH 6.5) eklenmiştir. Peroksidase aktivitesi 470 nm'de 25ºC'de 1 dakikalık sürede ölçülmüştür. Reaksiyon ilk kinetiğini gösterdiği durum ΔA240 mg^{-1} protein min^{-1} olarak ifade edilmiştir (Altınok vd., 2013; Altınok ve Dikilitaş 2014).

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular

3.1.1. Rizobakteri İzolatlarının Antagonistik Etkileri

Kültür koleksiyonundan alınan 17 adet PGPR izolatından 2 tanesinin fosforu çözebilme, 3 tanesinin siderofor üretebilme, 11 tanesinin proteaz aktivitesi gösterebilme ve 3 tanesinin de hidrojen siyanid üretebilme kabiliyetinde olduğu saptanmıştır (Yıldız vd., 2012; Altınok vd., 2013). Kullanılan bu PGPR izolatlarının, patojen izolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom-TR01)'in miseliyal gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile yapılan bu çalışmada ise koloni çapı ve uygulanan rizobakterilerin yüzde etkisi değerlendirilmiştir.

Uygulama sonucunda rizobakteri uygulaması yapılmayan kontrol grubunda koloni çapı 90,00 mm olarak ölçülürken, *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) izolatının uygulandığı grupta 64,00 mm, P07-1 izolatının uygulandığı grupta 65,00 mm, P48-2 izolatının uygulandığı grupta 70,00 mm ve P07-4 izolatının uygulandığı grupta ise 72,00 mm olarak ölçülmüştür (Tablo 3.1). Uygulanan rizobakterilerin yüzde etkisi değerlendirildiğinde en başarılı izolat %28,89 ile B379c olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1). Bu etkiyi %27,78 ile *P. aeruginosa* (P07-4) izolatı, %22,22 ile P48-2 izolatı ve %20,00 ile *P. aeruginosa* (P07-1) izolatı takip etmiştir (Şekil 3.2, 3.3, 3.4). Kontrole göre kıyaslandığında uygulanan rizobakteri izolatlarının FomTR01 izolatının miseliyal gelişimini çok fazla engelleyemediği ya da çok az engellediği saptanmıştır ve istatistiksel analiz yapıldığında B379c, P07-1, P07-4 ve P48-2 izolatlarının yapmış olduğu inhibisyon önemli bulunmuştur $F=116,2720$; $P<0,0001$).

Tablo 3.1. Rizobakteri izolatlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in (Fom-TR01) miseliyal gelişimine etkisi.

Rizobakteriler	İzolat Kodu	Koloni Çapı (mm)	Yüzde Etki
Bacillus subtilis subsp. *subtilis*	B379c	64.00 c*	28.89
Pseudomonas aeruginosa	P07-1	65.00 c	27.78
Pseudomonas aeruginosa	P07-4	72.00 b	20.00
Pseudomonas sp.	P48-2	70.00 b	22.22
Kontrol		90.00 a	

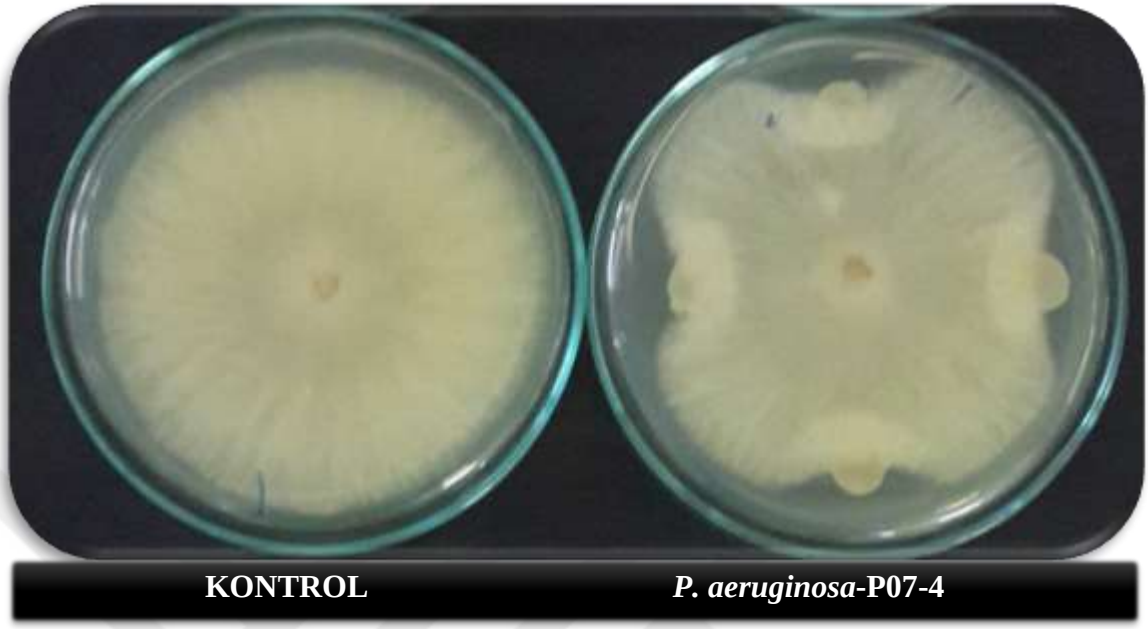
*Farklı harfle gösterilen sütunlar içindeki rakamlar Tukey's HSD testine P<0,0001 düzeyinde önemli



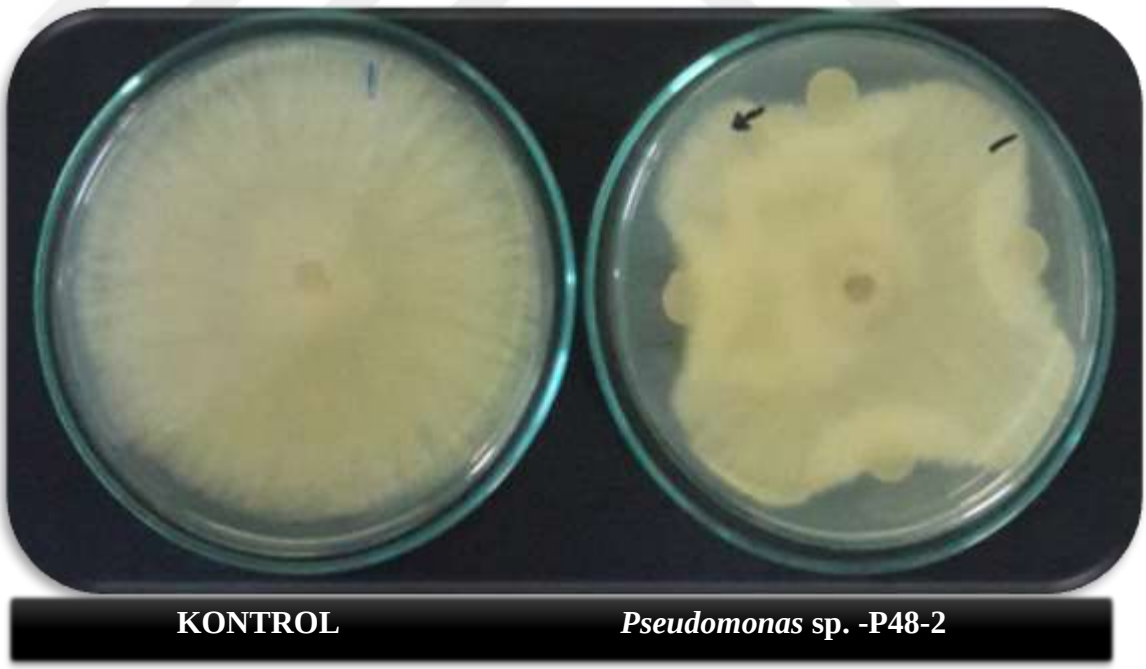
Şekil 3.1. *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi.



Şekil 3.2. *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi.



Şekil 3.3. *Pseudomonas aeruginosa* (P07-4) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi.



Şekil 3.4. *Pseudomonas* sp. (P48-2) streyninin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in miseliyal gelişimi üzerine antagonistik etkisi.

3.1.2. Tohum Çimlendirme Testi

Antagonistik etkinin testlenmesi sonucunda kısmen başarı gösteren P07-1, P07-4, P48-2 ve B379c izolatları ile kavun tohumlarına tohum çimlendirme testi yapılmıştır. PGPR uygulamalarının tohumların çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı, tohum canlılık indeksi, radikula boyu ve radikula+hipokotil boyu gibi parametrelerinde oluşturduğu etkiler değerlendirilmiştir.

Uygulama yapıldıktan 36 ve 48 saat sonra alınan ölçümlerde en fazla çimlenen tohum sayısı *P. aeruginosa* (P07-1)'de bulunurken, kontrol grubunda herhangi bir çimlenme kaydedilmemiştir. Son gün ölçümlerinde ise bu ilerleyiş değişerek en fazla çimlenme yüzdesi %85,7 olarak kontrol grubunda gözlemlenmiştir. PGPR uygulanan tohumlarda ise en yüksek çimlenme oranını %82,8 olarak *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve *P. aeruginosa* (P07-1) uygulanan tohumlarda gözlemlenirken, *P. aeruginosa* (P07-4) uygulanan tohumlarda %77.1 ve P48-2 uygulanan tohumlarda %74,2 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak da değerlendirildiğinde fark tespit edilmemiştir ($F=1,421$; $P<0,05$).

Çimlenme hızı hesaplandığında en yüksek çimlenme hızı B379c izolatının uygulandığı tohumlarda 1,11 olarak tespit edilmiştir. Bu veriyi 1,03 ile kontrol grubu takip ederken, 0,99 ile P07-4, 0,96 ile P07-1, 0,90 ile P48-2 PGPR izolatlarının uygulandığı tohumlar takip etmiştir. Yapılan bu uygulama istatistiksel olarak bir fark oluşturmamıştır ($F=0,560$; $P<0,05$).

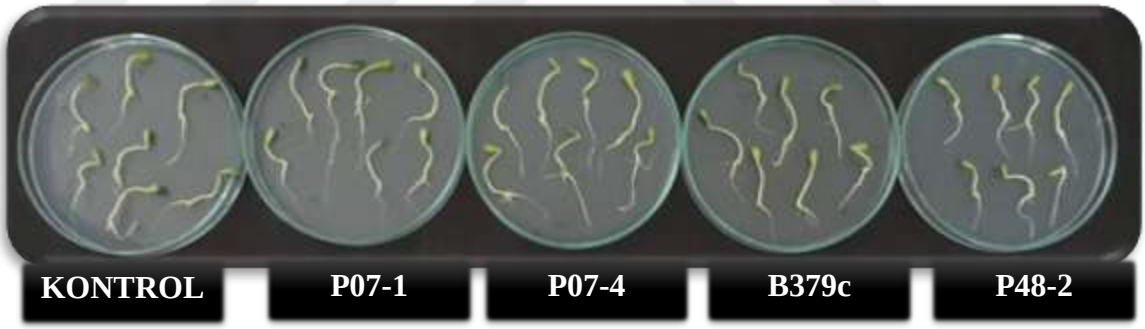
Yapılan uygulama değerlendirmeye alınırken radikula boyu ve radikula-hipokotil boyu ayrı ayrı ölçülmüştür. Radikula uzunluğu en düşük 20,96 mm olarak kontrol grubunda, en yüksek ise 24,6 mm olarak B379c ve P07-1 PGPR uygulamalarının yapıldığı tohumlarda ölçülmüştür (Tablo 3.2). Radikula-hipokotil uzunluğu en yüksek *P. aeruginosa* (P07-4) rizobakterisi uygulandığı tohumlarda 41,6 mm olarak ölçülmüştür. Bu uzunluğu 40,56 mm ile P07-1, 39,96 mm ile B379c 38,04 mm P48-2 uygulanan tohumlar takip etmiştir. En düşük uzunluğa ise 32,04 mm ile kontrol grubu sahip olmuştur (Tablo 3.2). Kontrole göre istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sadece radikula boyu farklılık oluşturmazken radikula-hipokotil boyu istatistiksel olarak fark oluşturmuştur ($F=3,590$; $P<0,05$).

Tohum canlılık indeksi değerlendirildiğinde en yüksek indeks *P. aeruginosa* (P07-1) uygulanan tohumlarda 3365,71 olarak bulunmuştur. B379c izolatında 3236,57, P07-4 izolatında 3194,86 ve P48-2 izolatında 2811,42 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.2). En düşük indek değeri ise 2753,14 olarak kontrol grubunda tespit edilmiştir ve kontrole göre uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur (F= 2,55; P<0,05). Şekil 3.5 ve 3.6'da tohum çimlendirme testi yapılan kavun tohumlarının genel görünümü verilmiştir.

Tablo 3.2. PGPR inokule edilen kavun tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme hızı, radikula-hipokotil uzunluğu, hipokotil uzunluğu ve tohum canlılık indeksi.

Uygulamalar	Çimlenme Oranı (%)		Çimlenme Hızı		Radikula-Hipokotil (mm)		Radikula (mm)		Tohum Canlılık İndeksi	
B379c	82.8	a*	1.11	a	39.96	ab	24.6	a	3236.57	ab
P07-1	82.8	a	0.96	a	40.56	ab	24.6	a	3365.71	a
P07-4	77.1	a	0.99	a	41.60	a	22.84	a	3194.86	ab
P48-2	74.2	a	0.90	a	38.04	ab	21.52	a	2811.42	b
Kontrol	85.7	a	1.03	a	32.04	b	20.96	a	2753.14	b

*Farklı harfle gösterilen sütunlar içindeki rakamlar Tukey's HSD testine P<0.005 düzeyinde önemli



Şekil 3.5. Tohum çimlendirme testi yapılan kavun tohumlarının Petri kabındaki görünümü.



Şekil 3.6. Tohum çimlendirme uygulamasından 8 gün sonra kavun tohumlarının radikula ve hipokotil uzunlukları.

3.1.3. PGPR ve Aktivatör Uygulamalarının Kavunda Fusarium Solgunluk Hastalığının Gelişimine Etkileri

Yapılan ön denemeler ve yayınlanan araştırmalarımız doğrultusunda PGPR inokulasyonu yapıldıktan bir hafta sonra ISR mekanizmasının uyarıldığı gözlemlenmiştir (Altınok vd., 2013). Bu bilgiden yola çıkarak, PGPR ve aktivatörler uygulandıktan bir hafta sonra patojen (10^6 cfu/ml) kök daldırma yöntemi ile inoküle edilmiştir (Altınok ve Can, 2010; Altınok vd., 2013). Patojen inokulasyonundan bir hafta sonra solgunluk belirtileri alt yapraklarda ince damarlarda renk açılması şeklinde görülmeye başlamış ve 21. günde fidelerde ölüm görülmeye başladığında deneme sonlandırılmıştır (Şekil 3.7, 3.8 ve 3.9). Skala değerleri üzerinden hastalık şiddeti, bitki boyu, kuru ağırlık, yüzde etki hesaplanırken, periyodik değerlendirmeler üzerinden de AUDPC değerleri hesaplanmıştır.

PGPR uygulanan fideleri bitki boyu yönünden değerlendirdiğimizde en uzun bitki boyu *P. aeruginosa* (P07-1) uygulanan fidelerde 70,40 cm olarak ölçülmüştür. Bu uzunluğu 62,32 cm ile *Pseudomonas* sp. (P48-2), 60,50 cm ile *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve 59 cm ile *P. aeruginosa* (P07-4) uygulamaları takip etmiştir. Uygulamalar arasında en kısa bitki boyu ise pozitif kontrolde 43,33 cm iken negatif kontrolde 62,88 cm olarak belirlenmiştir. Kuru ağırlıkları değerlendirildiğinde ise, en yüksek oran P07-1 izolatında 1,62 g olarak tartılırken, P48-2 izolatında 1,45 g, P07-4 izolatında 1,35 g ve B379c izolatında 1,22 g olarak saptanmıştır. Kuru ağırlık oranları, pozitif kontrolde 0,58 g iken negatif kontrolde 1,32 g olarak ölçülmüştür (Tablo 3.3).

P. aeruginosa (P07-1) %35,67 hastalık şiddeti ile (pozitif kontrole göre %61,67 etki) patojeni engellemede en başarılı izolat olarak saptanmıştır (%AUDPC 45,39). Bu izolatı takiben sırasıyla *Pseudomonas* sp. (P48-2) izolatının %41,66 hastalık şiddeti ile (%55,23 etki ve %AUDPC 51,44), *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) izolatının %52,66 hastalık şiddeti ile (%43,40 etki ve %AUDPC 55,50) ve *P. aeruginosa* (P07-4) izolatının ise %58,33 hastalık şiddeti ile (%37,31 etki ve %AUDPC 60,58) Fom-TR01 etmeninin gelişimini engellediği tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Aktivatör uygulanan fidelerin bitki boyları ölçüldüğünde en yüksek değer AuxiGro uygulanan fidelerde 64 cm olarak ölçülmüştür. Bu uzunluğu 60 cm ile Crop-Set ve 58 cm ile ISR-2000 takip etmiştir. Kuru ağırlıklarına bakıldığında ise sıralamanın aynı

olduğu ve AuxiGro uygulanan fidelerde 1,39 g, Crop-Set uygulanan fidelerde 1,35 g ve ISR-2000 uygulanan fidelerde ise 1,24 g olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Bitki aktivatörlerinden AuxiGro %47,22 hastalık şiddeti ve %49,25 etki ile pozitif kontrole göre en başarılı aktivatör olarak belirlenmiştir (%AUDPC 54,95). Bu uygulamayı %54,16 hastalık şiddeti ve %41,80 etki ile Crop-Set ve %59,72 hastalık şiddeti ve %35,82 etki ile ISR-2000 aktivatörleri takip etmiştir. Ayrıca aktivatörlerin kontrol grubuna göre kısmen bitkide gelişimi teşvik ettiği ve Fom-TR01 etmeninin gelimini de engellediği tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Ayrıca P07-1 izolatının fidelere uygulanan ruhsatlı fungusit (Maxim® XL) ile hastalığı engelleme yönünden başarılarının yakın değerlerde olduğu bulunmuştur (%61,67 etki ve %AUDPC 39,83) (Şekil 3.10).

Tablo 3.3. PGPR ve bitki aktivatörlerinin kavunda Fusarium solgunluk hastalığına etkileri.

Uygulamalar	**Bitki Boyu (cm)**	**Kuru Ağırlık (g)**	**Hastalık Şiddeti (%)[1]**	**Etki (%)**	**AUDPC (%)[2]**
B379c	60.50 ± 5.16[*] bcd[**]	1.22 ± 0.23 b	52.66 ± 4.81 c	43.40	55.50
P07-1	70.40 ± 8.52 a	1.62 ± 0.23 a	35.67 ± 1.47 f	61.67	45.39
P07-4	59.00 ± 4.01 cd	1.35 ± 0.29 ab	58.33 ± 3.73 b	37.31	60.58
P48-2	62.32 ± 6.41 bc	1.45 ± 0.34 ab	41.66 ± 2.69 e	55.23	51.44
ISR-2000	58.00 ± 4.74 d	1.24 ± 0.27 b	59.72 ± 3.07 b	35.82	65.58
AuxiGro	64.00 ± 6.63 b	1.39 ± 0.17 ab	47.22 ± 5.12 d	49.25	54.95
Crop-Set	60.00 ± 4.23 bcd	1.35 ± 0.21 ab	54.16 ± 3.45 c	41.80	62.21
Maxim® XL	60.85 ± 7.99 bcd	0.90 ± 0.17 c	30.55 ± 3.06 g	67.17	39.83
Kontrol (+)	43.33 ± 4.34 e	0.58 ± 0.12 d	93.05 ± 0.75 a		100.00
Kontrol (-)	62.88 ± 5.25 bc	1.32 ± 0.30 ab			

[*] Standart sapma

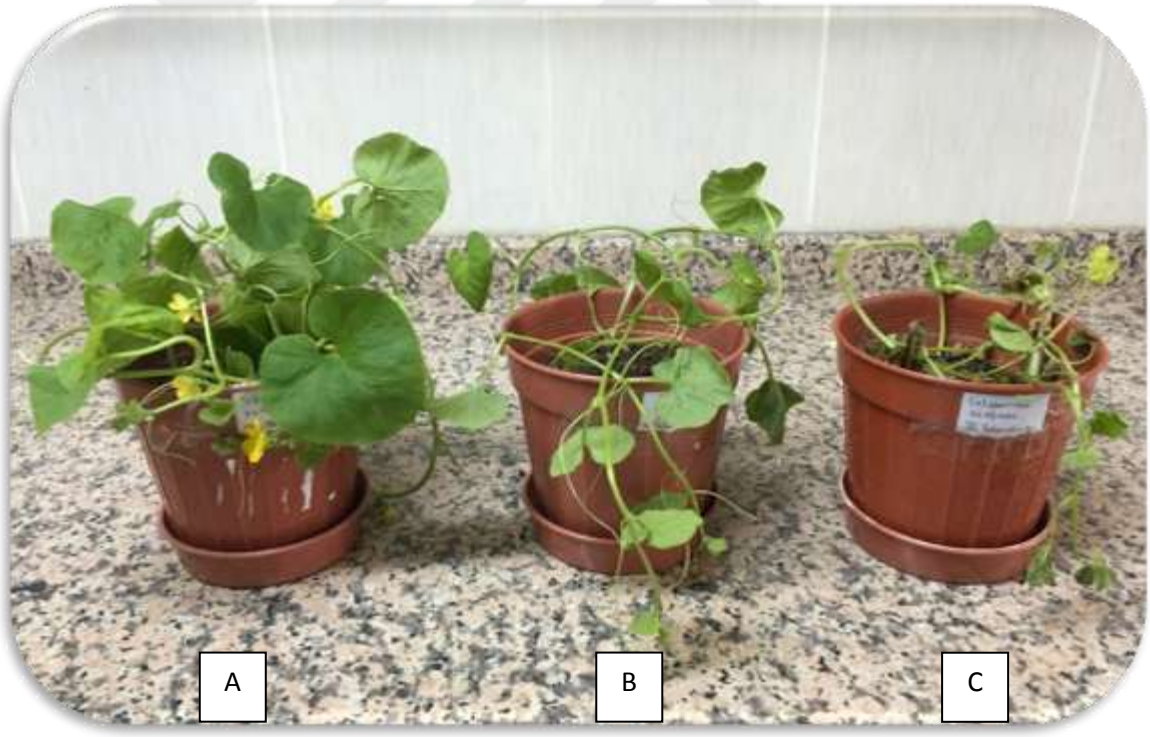
[**]Farklı harfle gösterilen sütunlar içindeki rakamlar Tukey's HSD testine P<0,0001 düzeyinde önemli

[1] Hastalık şiddeti (%), 21. günde skala verileri üzerinden hesaplanmıştır (0: Simptom yok, 4: şiddetli solgunluk)

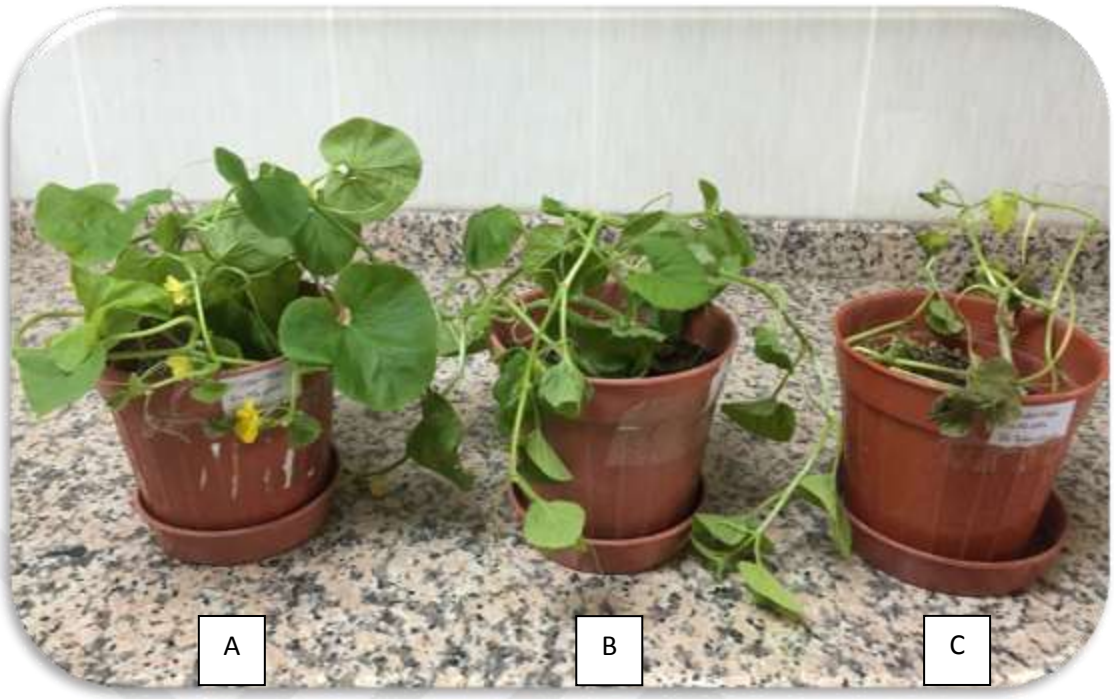
[2] Hastalık gelişim eğrisi altında kalan alan (AUDPC)



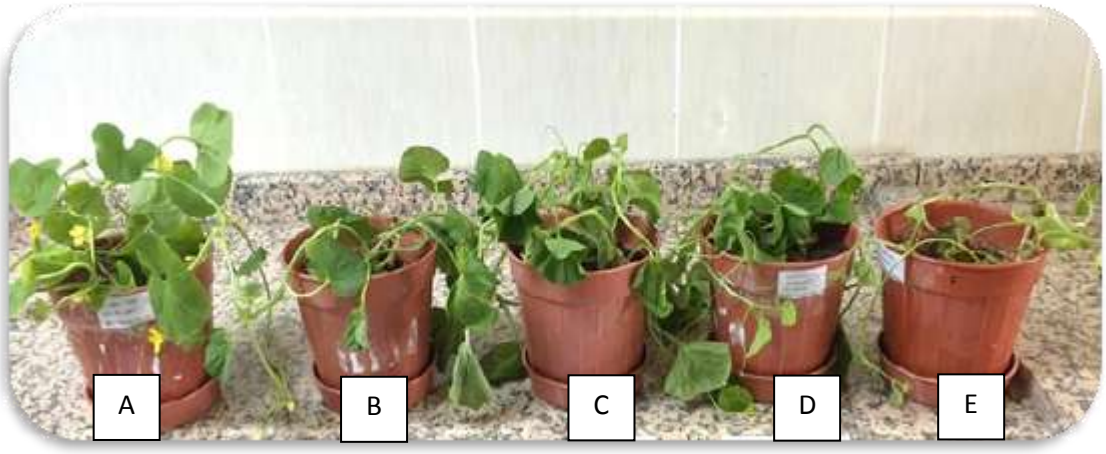
Şekil 3.7. PGPR ve aktivatör uygulaması yapılan Charentais kavun çeşidi fidelerin genel görüntüsü.



Şekil 3.8. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılan PGPR ve aktivatörlerin etkilerinin kavun bitkilerindeki görünümü (A: Negatif kontrol-sağlıklı, B: Auxigro, C: Pozitif kontrol-sadece patojen inokule edilmiş).



Şekil 3.9. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılan PGPR ve aktivatörlerin etkilerinin kavun bitkilerindeki görünümü (A: Negatif kontrol-sağlıklı, B: *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), C: Pozitif kontrol-sadece patojen inokule edilmiş).

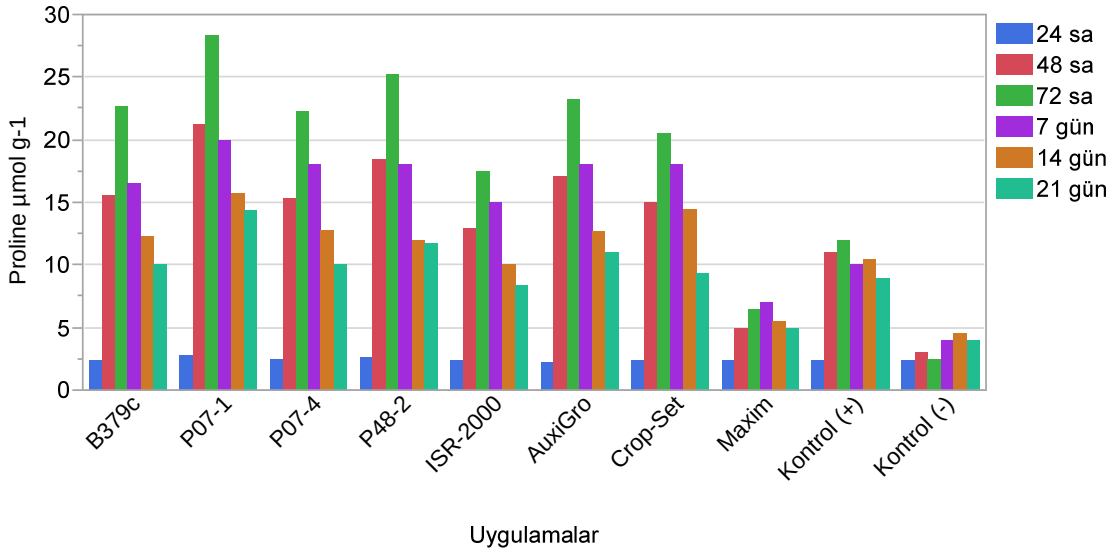


Şekil 3.10. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'in mücadelesinde kullanılan PGPR ve aktivatörlerin etkilerinin kavun bitkilerindeki görünümü (A: Negatif kontrol-sağlıklı, B: Auxigro, C: *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1), D: Maxim® XL, E: Pozitif kontrol-sadece patojen inokule edilmiş).

3.1.4. Savunmada Rol Alan Enzimlerin Biyokimyasal Analizleri

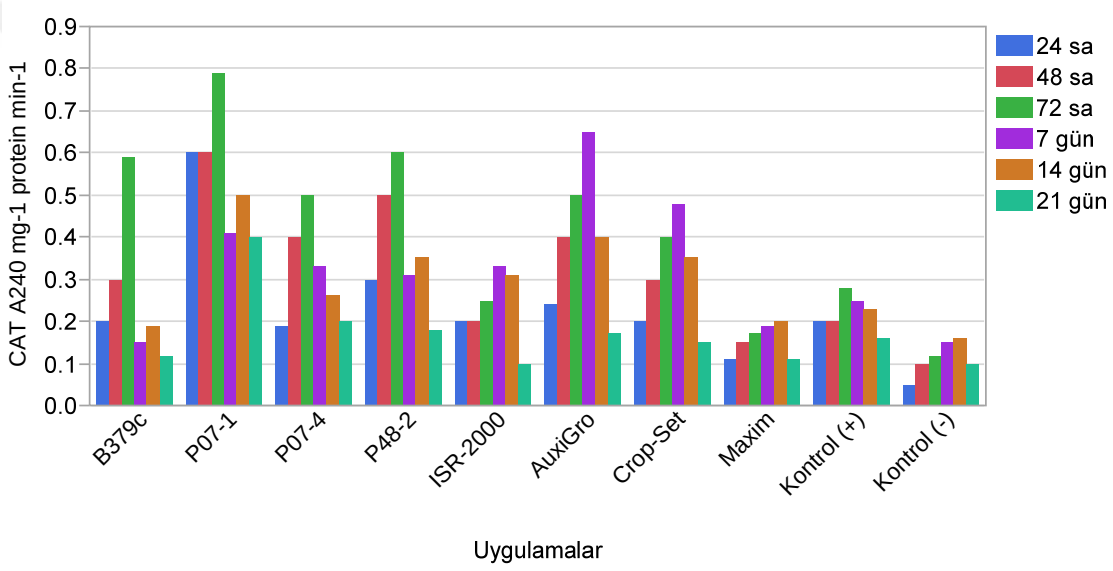
Kavun fidelerine inokulasyon işlemi yapıldıktan sonra her gruptan 24, 48, 72 saat ve 7, 14, 21 gün sonra yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerde Prolin miktarı, katalaz (CAT) ve Peroksidaz (POX) enzimlerinin aktiviteleri incelenmiştir. PGPR ve aktivatör uygulanması sonucunda elde edilen enzim aktiviteleri ile (+) kontrol, (-) kontrol ve fungusit (Maxim® XL) uygulamalarındaki sonuçlar karşılaştırarak değerlendirme yapılmıştır.

Araştırma bulguları prolin içeriği yönünden değerlendirildiğinde, PGPR ve bitki aktivatörü uygulanan bitkiler kontrol grubuna göre daha yüksek prolin ihtiva etmektedir. Kullanılan rizobakteriler arasında en yüksek prolin üreten (28,33 µmol g^{-1}) *Pseudomonas aeruginosa* (P07-1) izolatı olarak saptanmıştır. Bu izolatı 25,22 µmol g^{-1} değeri ile *Pseudomonas* sp. (P48-2) 22,66 µmol g^{-1} değeri ile *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve 22,25 µmol g^{-1} değeri ile *P. aeruginosa* (P07-4) izolatları takip etmiştir. Bitki aktivatörleri arasında ise patojene karşı savunma enzimlerini en iyi teşvik eden AuxiGro (23,32 µmol g^{-1}) olarak saptanmıştır (Şekil 3.11, 3.12, 3.13). Bu aktivatörü 20,5 µmol g^{-1} değeri ile Crop-Set ve 17,5 µmol g^{-1} değeri ile ISR-2000 aktivatörleri takip etmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Patojen (Fom-TR01) inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra PGPR ve bitki aktivatörü uygulamalarının kavunda prolin içeriğine etkisi.

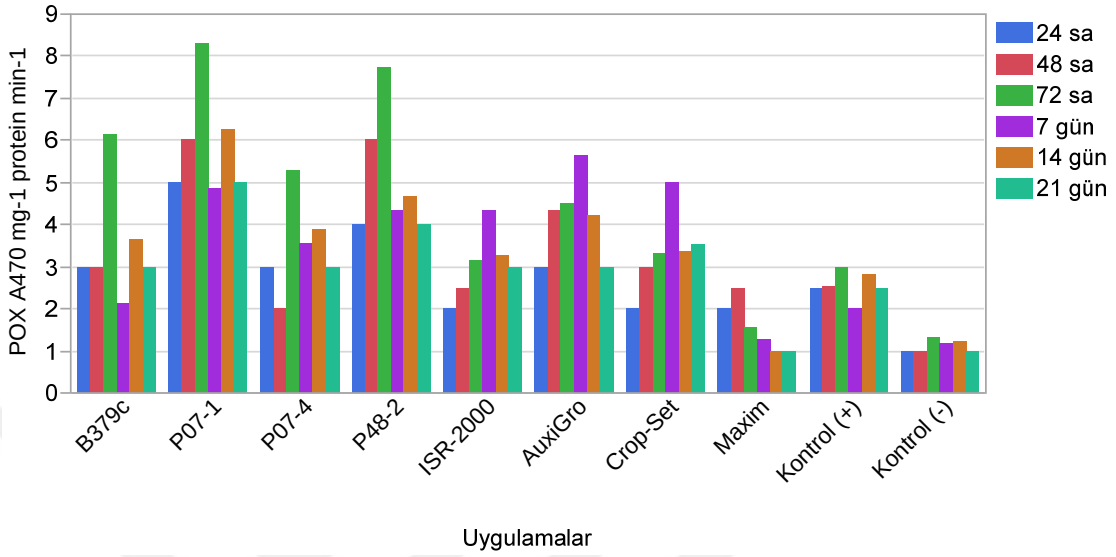
Uygulamada CAT enzimi, PGPR ve bitki aktivatörü uygulanan bitkilerde kontrol grubuna göre daha yüksek oranda sentezlenmiştir. Rizobakterilerden P. *aeruginosa* (P07-1) izolatı CAT üreten (0,79 mg^{-1} protein min^{-1}) izolat olarak belirlenmiştir. Bu izolatı 0,6 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile *Pseudomonas* sp. (P48-2), 0,59 mg^{-1} protein min^{-1}değeri ile *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve 0,5 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile *P. aeruginosa* (P07-4) izolatları takip etmiştir. Bitki aktivatörleri arasında ise patojene karşı savunma enzimlerini en iyi teşvik eden AuxiGro (0,65 mg^{-1} protein min^{-1}) olarak saptanmıştır (Şekil 3.11, 3.12, 3.13). Bu aktivatörü 0,48 protein min^{-1} değeri ile Crop-Set ve 0,33 protein min^{-1} değeri ile ISR-2000 aktivatörleri takip etmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Patojen (Fom-TR01) inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra PGPR ve bitki aktivatörü uygulamalarının kavunda katalaz (CAT), enzim aktivitelerine etkisi.

POX enziminde ise prolin miktarı ve CAT enzimlerinde olduğu gibi PGPR ve bitki aktivatörü uygulanan bitkilerde kontrol grubuna göre daha yüksek miktarda sentezlenmiştir. Rizobakterilerden P. *aeruginosa* (P07-1) izolatı POX üreten (8,31 mg^{-1} protein min^{-1}) izolat olarak belirlenmiştir. Bu izolatı 7,74 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile *Pseudomonas* sp. (P48-2), 6,14 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve 5,29 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile *P. aeruginosa* (P07-4) izolatları takip etmiştir. Bitki aktivatörleri arasında ise patojene karşı savunma enzimlerini en iyi teşvik eden diğer enzimlerde de olduğu gibi AuxiGro (5,66 mg^{-1} protein min^{-1}) olarak saptanmıştır (Şekil 3.11, 3.12, 3.13). Bu aktivatörü 5 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile Crop-

Set ve 4,33 mg^{-1} protein min^{-1} değeri ile ISR-2000 aktivatörleri takip etmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Patojen (Fom-TR01) inokulasyonundan 24, 48, 72 sa, 7, 14 ve 21 gün sonra PGPR ve bitki aktivatörü uygulamalarının kavunda peroksidaz (POX) enzim aktivitelerine etkisi.

Prolinin maximum sentezlenme miktarı PGPR ve aktivatör uygulamaları yapıldıktan 72 saat sonra elde edilmiştir. CAT ve POX enzimlerinde maximum sentezlenme miktarı ise PGPR uygulaması yapıldıktan 72 saat sonra elde edilirken, aktivatör uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra elde edilmiştir. Bütün enzimlerde maximum sentezlenme sürelerinden sonra sentezlenme oranlarında haftaya bağlı olarak göreceli miktarda düşüş saptanmıştır.

3.2. Tartışma

Araştırmada değerlendirmeye alınan rizobakteri izolatlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom-Tr01)'in miseliyal gelişimini baskılamadığı ya da çok sınırlı oranda baskıladığı belirlenmiştir. *Pseudomonas* türlerinin antagonistik etki mekanizması ile bitki patojeni olan *Fusarium* spp., *Pythium ultimum*, *Alternaria* spp. ve *Botrytis cinerea* gibi etmenleri inhibe edebildiği belirtilmiştir (Egamberdieva, 2012). Antagonistik etkinin yanı sıra kullanılan bu bakterilerin azot bağlama, fosfat çözme, proteaz aktivite, siderefor ve HCN üretme gibi yetenekleri ile patojeni baskılamanın yanı sıra bitkide de büyümeyi teşvik ederek dayanıklılık mekanizmasını kuvvetlendirdiği ve hastalıklara karşı daha kapsamlı bir mücadele mekanizması oluştuğu belirtilmiştir (Anderson ve

Guerra, 1985). Yıldız vd. (2012), yürütmüş oldukları benzer bir çalışmada patlıcanda *F. oxysporum* Schlecht. f. sp. *melongenae*'nin mücadelesi için 46 adet PGPR izolatı kullanmışlardır ve hastalık şiddetini %42-87 oranlarında inhibe ettiğini saptamışlardır. Bu rizobakterilerin antibiyosis mekanizmalarının yanı sıra 2 tanesinin fosforu çözmede etkili, 3 tanesinin siderofor üretmede yetenekli, 11 tanesinin proteaz aktivitesinde yetenekli ve 3 tanesinin de hidrojen siyanid üretmede yetenekli olduğunu belirtmişlerdir ve sonuçlarında bu tez çalışmasını destekler nitelikte olduğu görülmektedir. Başka bir çalışmada ise, demir elementinin *F. oxysporum* f. sp. *lini*'nin mikrokonidilerinin çim tüpü oluşturabilmeleri için gerekli olduğunu ve *Pseudomonas putida*'nın siderofor üretme kabiliyeti ile patojenin kullanacağı demir miktarını azaltarak hastalık şiddetini düşürdüğünü belirtmiştir (Scher ve Baker, 1982).

Tohum çimlendirme testinde, kullanılan PGPR izolatları (B379c, P07-1, P07-4ve P48-2) kavun tohumlarında çimlenme oranında, çimlenme hızında ve radikula boyunda önemli oranda bir artışa sebep olmazken tohum canlılık indeksinde ve radikula+hipokotil uzunluğunda kontrol grubuna göre önemli bir artışa sebep olmuştur. Karimi (2016)'nin yürütmüş olduğu tez çalışmasında ise Erciyes Üniversitesi, Fitopatoloji Anabilim Dalı, Mikoloji Laboratuvarında bulunan kültür koleksiyonundan kullandığı *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve *P. aeruginosa* (P07-1) izolatlarını patlıcanda tohum çimlendirme testine tabi tutmuştur ve çalışma sonucunda bu rizobakterilerin çimlenme oranında, tohum canlılık indeksinde ve radikula boyunda kontrol grubuna göre önemli artış saptamıştır. Çimlenme hızı ve radikula+hipokotil boyundaki artış önemli bulunmamıştır. Başka bir çalışmada ise *Trichoderma* spp. cinsine ait 7 izolat, çeltik bitkisine uygulanmış ve uygulama ile birlikte tohumlardaki çimlenme oranı, çimlenme hızı, tohum canlılık indeksi ve fide gelişimine etkisi araştırılmıştır. Uygulama sonucunda SL2 izolatı diğer 6 izolata göre testlenen bu parametrelerde artış sağlayarak hem gelişimi teşvik ettiği hem de dayanıklılık mekanizmasını aktive ederek diğer patojen funguslara karşı koruma sağladığı rapor edilmiştir (Doni *et al*., 2014). Ayrıca PGPR uygulanan kavun tohumlarında daha erken çimlenme görülmesine rağmen en yüksek çimlenme oranı kontrol grubunda tespit edilmiştir. Uygulanan PGPR izolatlarının pozitif kontrol grubuna göre hastalık verilerinde (hastalık şiddeti, % etki ve %AUDPC) azalış ve büyüme parametrelerinde (bitki boyu, kuru ağırlık) artış tespit edilmiştir. Kültür koleksiyonumuzdan elde edilen

P07-1 ve B379c rizobakterilerinin patlıcanda tohum çimlendirme yetenekleri Karimi (2016)'nin yüksek lisans tez araştırmasında da başarılı bulunmuştur. *Pseudomonas* ve *Bacillus* cinsi rizobakterilerin bitkide gelişimi teşvik ederken, bitki tohumlarında çimlenme oranını azalttığı bildirilmiştir (Vrbničanin *et al*., 2011). Benzer bir çalışmada, marulda hastalığa sebep olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *vitians*'ın mücadelesi için *Pantoea, Bacillus* ve *Paenibacillus* cinslerine ait izolatlar kullanılmışlar ve bitkide hastalık şiddetinin azaldığı ve büyüme parametrelerinde de artış olduğu saptamışlardır (Karagöz ve Kotan, 2010).

Bu tez çalışmasında PGPR ve Fom-TR01 arasında oluşan koruma mekanizmasının sadece kısmi antagonistik etkiden öte, bitki büyüme düzenleyici rolü ile birlikte uyarılmış dayanıklılık olduğu belirlenmiştir.

Aktivatörler SAR mekanizmasını teşvik ederek bitkide oluşabilecek patojen saldırısına karşı koruma sağlar. Bu tez çalışmasında kullanılan bitki aktivatörlerinden AuxiGro kavunda etmenin oluşturduğu hastalık şiddetini azaltmada %49,25 ile en başarılı aktivatör olmuştur. Bu aktivatörü %41,79 ile Crop-Set ve %35,82 takip etmiştir. Savunma enzimlerinin sentezlenmesini en çok teşvik eden aktivatör ise AuxiGro olmuştur. Ayrıca aktivatörlerin bitki gelişimini negatif kontrole göre teşvik ettiği saptanmıştır. SAR mekanizması aktif olduktan sonra bitki bünyesinde birkaç hafta kalarak, bitkiye dışarıdan gelebilecek saldırılara karşı koruma sağlamaktadır (Tosun ve Ergün, 2002). Marulda *Botrytis cinerea* Pers. etmenine karşı, Messenger ve Crop-Set aktivatörleri kullanılarak etmenin gelişimi değerlendirilmiş ve uygulama sonucunda gelişimin azaldığı saptanmıştır (Eser, 2011). Başka bir çalışmada ise biber bitkisinde hastalığa sebep olan *Phytophthora capsici* etmeninin mücadelesi için fidelere kitosan uygulaması yapılmış ve oomyceteslerin uygulamadan direk etkilenerek etmenin yayılmasının önüne geçildiği gözlemlenmiştir (López *et al*., 2010).

Kavun fidelerine PGPR uygulamalarından 72 saat sonra prolin oranı, CAT ve POX enzimlerinin kontrol grubuna göre yüksek oranda sentezlendiği görülmüştür. Benzer bir çalışmada, hıyar bitkisinin rizosfer bölgesine *Pseudomonas corrugata* 12 ve *Pseudomonas aureofaciens* 63-28 bakterileri uygulanmış ve işlem sonrasında bitki savunma enzimleri olan phenylalanine ammonia-lyase (PAL), peroxidase (POX) ve polyphenol oxidase (PPO) aktivitelerinin arttığını saptanmışlardır (Chen *et al*., 2000).

Patojenin bitkide yarattığı strese karşı bitki dokularında aminoasit, prolin ve metabolik bileşenlerin biriktiğini saptamışlardır (Bates *et al*., 1973). Bazı biyotik ve abiyotik uyarıcıların, konukçu-patojen reseptörlerini uyararak konukçu bitkide bulunan ve dayanıklılık mekanizmasını yöneten genleri aktive ettiğini bildirmişlerdir (Liu *et al*., 1995).

POX enzimi PGPR ve aktivatör uygulanan fidelerde aktif halde görüldüğü gibi, pozitif kontrol fidelerinde de saptanmıştır. Bu durum reaktif oksijen türlerinin (ROS; reactive oxygen species) patojenle infekte olan bitkilerde yüksek miktarda görülebileceğini göstermektedir. Bitkilerde, bu oksijen türleri patojen saldırısına göstermiş olduğu yanıt ile ilgilidir. Aktif oksijen türlerinden H_2O_2'nin bulunması bitkide patogenesis ile ilişkili PR (Pathogenesis Related) proteinlerinin sentezlenmesine ve fitoaleksinlerin üretimine sebep olarak dayanıklılık mekanizmasının aktive olmasını sağladığı belirtilmiştir (Bolwell ve Daudi, 2009). Bu çalışmada savunma enzimlerinden CAT ve POX maximum sentezini 72. saatte alınan ölçümlerde uygulanan *P. aeruginosa* (P07-1) izolatında ve 7. günde alınan ölçümlerde AuxiGro aktivatöründe elde etmiştir. Bu izolatı *Pseudomonas* sp. (P48-2), *B. subtilis* subsp. *subtilis* (B379c) ve *P. aeruginosa* (P07-4) takip etmiştir. Benzer bir çalışmada kullanılan aynı izolatlardan *P. aeruginosa* (P07-1) patlıcan bitkisinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* etmenine karşı testlenmiştir ve solgunluk hastalığının gelişimini %80 inhibe ederken CAT, POX ve PPO savunma enzimlerinin aktive ettiğini saptamışlardır (Altınok vd., 2013).

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Anabilim Dalı, Mikoloji Laboratuvarı kültür kolleksiyonundan alınan 17 adet rizobakteri izolatı kavunda *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Fom-TR01) etmenine karşı antagonistik aktivitelerinin belirlenmesi için *in vitro* koşullarında deneme kurulmuştur. Bu bakterilerden antibiyosis yeteneğinin yanı sıra azot bağlayan, fosfat çözebilen, proteaz akvite gösteren, siderofor ve HCN üreten iki adet izolat (*P. aeruginosa*; P07-1 ve P07-4) ile birlikte azot bağlayan ve proteaz akvite gösteren iki adet PGPR izolatı (*B. subtilis* subsp. *subtilis*; B379c ve, *Pseudomonas* sp.; P48-2) değerlendirmeye alınmıştır (Yıldız vd., 2012). Çalışma sonucunda kullanılan 4 rizobakteri izolatından B379c %28,89 etki ile kontrol grubuna göre en başarılı izolat olarak tespit edilmiştir. Bu başarıyı sırası ile P07-1, P07-4 ve P48-2 izolatları takip etmiştir ve miseliyal gelişimi engelleyerek kavunda Fusarium solgunluk hastalığını baskılamıştır.

Koleksiyondan alınan rizobakteriler arasında 4 adet (P07-1, P07-4, B379c ve P48-2) izolat ile tohum çimlendirme testi yapılmıştır. Uygulama sonucunda bu 4 izolatın kavun köklerinde başarılı bir şekilde kolonize oldukları saptanmıştır. PGPR'ların kavun tohumlarının radikula+hipokotil boyuna ve tohum canlılık indeksine olumlu etkileri bulunurken, çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve radikula boyuna kayda değer bir etkileri gözlemlenmemiştir. Ayrıca PGPR uygulanan kavun tohumlarında daha erken çimlenme gözlemlenmiştir.

Bir diğer uygulamada ise hem antagonistik testlemelerde hem de tohum çimlendirme testinde başarısı kanıtlanan 4 adet PGPR (P07-1, P07-4, B379c ve P48-2) izolatı ile birlikte 3 adet bitki aktivatörü (AuxiGro, Crop-Set ve ISR-2000) ve yaygın kullanılan bir fungisit (Maxim® XL) karşılaştırmalı olarak kavun fidelerinde solgunluk etmeni olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *melnonis*'e karşı uygulanmıştır. PGPR izolatlarından

P07-1 %35,67 hastalık şiddeti ile pozitif kontrole göre en başarılı izolat olarak bulunmuştur (%61,67 etki ve %AUDPC 45,39). Bitki aktivatörlerinden AuxiGro %47,22 hastalık şiddeti ile en başarılı aktivatör olarak belirlenmiştir (%49,25 etki ve %AUDPC 54,95). Bitkide gelişim parametreleride incelendiğinde P07-1 ve AuxiGro'nun hem hastalık gelişimini engellediği hem de bitkide gelişimi teşvik ettiği belirlenmiştir.

Saksı denemelerinde hastalık şiddeti ve bitki gelişim parametreleri ile birlikte bitkide hastalık etmenine karşı aktive olan savunma enzimlerinin durumuda değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda uygulanan PGPR ve bitki aktivatörlerinden 72 saat sonra prolin oranı maximum seviyeye ulaşmıştır. CAT ve POX enzimlerinde ise PGPR uygulandıktan 72 saat sonra maximum seviyede sentezlenirken, aktivatör uygulamasından 7 gün sonra maximum seviyede sentezlenmiştir. Biyotik ve abiyotik bu iki uygulamada (P07-1 ve AuxiGro) patojene karşı savunma enzimlerini (Prolin içeriği, katalaz; CAT ve peroksidaz; POX) en iyi teşvik eden uygulamalar olarak saptanmıştır. Her iki uygulama sonucunda da en üst seviyede sentezlenen enzimler göreceli olarak azalmaya başlamıştır.

Araştırma bulgularımız PGPR ve aktivatör uygulamalarının kavunda Fusarium solgunluk hastalığına karşı savunma mekanizmasını aktive eden katalaz, peroksidaz, polifenoloksidaz gibi enzimlerin sentezlendiğini göstermiştir. Ayrıca PGPR uygulamalarının bitki biomasına olumlu etkisi ile birlikte kısmen antibiyosis etkisi de gösterdiği belirlenmiştir. Biyolojik kontrol sistemlerinde tüm bu mekanizmaların birbiri ile ilişkilendirilmesi önemli olup, PGPR uygulaması sonucu konukçu-patojen interaksiyonunun savunma genleri açısından da araştırılması yararlı olacaktır.

KAYNAKÇA

Agostini, J.P., Bushong, P.M., Timmer, L.W., 2003. Greenhouse evaluation of products that induce host resistance for control of scab, melanose and Alternaria brown spot of citrus. **Plant Disease., 87**: 69-74.

Agrios, C.N., 1997., **Plant Pathology**, **Fourth Edition,** Aps Press, St. Paul, Mnn., 327-335.

Agrios, G. N., 2005. **Plant pathology. 5th edition Elsevier Academic Press**. London, 952p.

Akdoğan, M., 1969. Kavun ve karpuzlarda solgunluk hastalığına (*Fusarium* spp.) karşı ilaçlı mücadele usulünün araştırılması. **Bitki Koruma Bülteni, 9**(2):123-129.

Akılbekova, R., 1996. Kavunlarda Fusarium Solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*)'nun Biyolojik Savaşım Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

Akpınar, M. Ö., 2008. Pamukta Fide Kök Çürüklüğü Etmenlerine Karşı Bazı Biyolojik Preparatların Etkinliğinin Saptanması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 78.

Alexopoulos, C.J., Mims, C.N., Blackwell, M., 1996. Introductory mycology. **John Willey and Sons** Inc. Usa, 869 pp.

Altınok, H. H., 2006. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Patlıcanda Fusarium Solgunluğu Hastalığı (*Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *melongenae* Matuo and Ishigami)'nın Yaygınlığı, Etmenin Moleküler Karakterizasyonu ve Bitkide Hastalığa Karşı Dayanıklıığın Uyarılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

Altınok, H. H., Dikiltaş, M., Yildiz, H. N., 2013. Potential of *Pseudomonas* and *Bacillus* ısolates as biocontrol agents against *Fusarium* wilt of eggplant. **Biotechnology and Biotechnological Equipment, 27** (4): 3952-3958.

Altınok, H. H., Kamberoğlu, M. A., 2005. Adana ve Mersin illerinde patlıcan üretim alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalıklarının yaygınlığı ve şiddeti. **Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **20** (4): 1-8.

Altınok, H. H., Can, C., 2010. Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* isolates from eggplant in Turkey by pathogenicity, VCG and RAPD analysis. **Phytoparasitica, 38** (2): 149-157.

Altınok, H. H., Dikilitaş, M., 2014. Antioxydant response to biotic and abiotic inducers for the resistance against Fusarium wilt disease in eggplant (*Solanum melongena* L.). **Acta Botanica Croatica, 73**(1): 79-92.

Altınok, H. H., Erdoğan, O., 2015. Determination of the *in vitro* effect of *Trichoderma harzianum* on phytopathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. **Notulae Botanica Horti Agrobotanici cluj-napoca**, **43**: 495-500.

Anderson, A. J., Guerra, D., 1985. Responses of bean to root colonization with *Pseudomonas putida* in hydroponic system. **Phytopathology, 75:** 992-995.

Anonim 2019, **http://ephytia.inra.fr/fr/D/6642, (**Erişim tarihi: 01.02.2019).

Anonim 2019a, **http://www.steg.teicrete.gr/phytopath/images/stories/bio_cycl/4.jpg, (**Erişim tarihi: 19.12.2018).

Anonim2003,**https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Fusarium/Fusarium_oxysporum.htm, (**Erişim tarihi: 19.12.2018).

Arıcı, Ş. E., Yardımcı, N., 2001. Bitkilerde uyarılmış dayanıklılık. **Ankara Üniversitesi**, **Ziraat Fakültesi Dergisi**, **32**(1): 83-86.

Aşkın, A., Katırcıoğlu, Y. Z., 2009. Domates fideliklerinde çökerten hastalığına neden olan *Pythium deliense*'ye karşı Florasan Pseudomonasların etkisinin belirlenmesi. **Bitki Koruma Bülteni**, **49**(4): 169-182.

Bakker, P. A. H. M., Ran, L. X., Pieterse, C. M. J., and Van Loon, L. C., 2003. Understanding the involvement of rhizobacteria-mediated induction of systemic resistance in biocontrol of plant diseases. **Journal Plant Pathology 25**: 5-6.

Bates, L. S., Waldren, R. P., Teare, I. D., 1973. Rapid determination of free prolin for water-stress studies. **Plant and Soil, 39**: 205-207.

Baysal, O., Turgut, C., Mao, G., 2005. Acibenzolar-S-methyl induced resistance to *Phytophthora capsici* in pepper leaves. **Biologia Plantarum**, **49**(4); 599-604.

Bektaş, İ., 2017. Amasya İlinde Yetiştirilen Soğanlarda Görülen Dip Çürüklüğü Etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*'nin Karakterizasyonu ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Kökbakterileri ile Biyolojik Mücadelesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş, 187 s.

Benhamou, N., Gagne, S., Le Quere, D., Dehbi, L., 2000. Bacterial-mediated induced resistance in cucumber beneficial effect of the endophytic bacterium *Serratia plymuthica* on the protection aganist infection by *Pythium ultimum*. **Biochemistry and Cell Biology, 90**(1): 45-46.

Bi, Y., Ge, Y. H., Li, Y. C., Wang, J. J., Miao, X. Y., Li, X. W., 2006. Postharvest acibenzolar-S-methyl treatment suppresses decay and induces resistance in Hami melons. Proceedings of the IVth ınternational conference on managing quality in chains, vols 1 and 2: the ıntegrated view on fruits and vegetables quality. **Actahorticulturae**, **712**: 393-399.

Bishnoi, U. R., Pavyavula, R. S., 2004. Effect of plant activators on disease resistance and yield in tomato and canola. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26Sep–1Oct

Blancard, D., Lecoq, H., Pitrat, M., 1994. A colour atlas of cucurbit diseases observation, ıdentification and control. **John Willey and Sons**, 299 p.

Blancard, D., Lecoq, H., Pitrat, M., 1995. Maladies des cucurbitaceous. INRA Revue Horticule, ISBN 2-7380-0311-7, France.

Bolwell, G. P., Daudi, A., 2009. Reactive oxygen species in plant-pathogen interaction. In: Del Rıo, L.A., Puppo, A. (Eds). Signaling and communication in plants, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. pp. 113-133.

Booth, C., 1971. The genus *Fusarium*. commonwealth mycological institute. Kew, Surrey, England, 237 pp.

Bora, T., Özaktan, H., 1998. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Yayınları.** 203s. İzmir, Türkiye.

Bremer, H., 1944. Über welkekrankheiten in südwest anatolien, **Istanbuler Schrifen**, 40 p.

Brotman, Y., Kovalski, I., Perl-Treves, R., Dogimont, C., Pitrat, M., Portnoy, V., Katzir, N., 2005. Molecular markers linked to papaya ring spot virus resistance and Fusarium race 2 resistance in melon. **Theoretical and Applied Genetics, 110**: 337–345.

Buzi, A., Chilosi, D., Sillo, D., Magro, P., 2004. Induction of resistance in melon to *Didymella bryoniae* and *Sclerotinia sclerotiorum* by seed treatments with Acibenzolar-S-methyl and Methyl Jasmonate but not with Salicylic Acid. J. **Phytopathology, 152**, 34-42.

Campbell, C. L., Madden, L. V., 1990. Introduction to plant disease epidemiology. New York: **John Wiley and Sons Inc.,:** 161-202.

Cattelan, M. E., Hartel, P. G., Fuhrmann, J. J., 1999. Screnning of plant growthpromoting rhizobacteria to promote early soybean growth. **Soil Science Society of America, 63**: 1670-1680.

Chen, C., Belanger, R. R., Benhamou, N., Paulitz, T. C., 2000. defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology, 56** (1): 13-23.

Chupp, C., 1930. Fusarium wilt of muskmelon. **Plant Disease, 14**:160.

Craddock, J. M., 1965. More Rainfall Statistics. **Royal Meteorological Society**, February: 44-50.

Cvikorová, M., Hrubcová, M., Vágner, M., Macháckova, I., Eder, J., 1994. Phenolic acids and peroxidase activity in alfalfa (*Medicago sativa*) embryogenic cultures after ethephon treatment. **Physiologia Plantarum, 91**: 226-233.

Çakırbey, S., 2012. Kavun Solgunluk Patojeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'e Karşı Farklı Kompostlardan Elde Edilen Mikroorganizmaların In Vitro Antifungal Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 74.

Çolak, A., Biçici, M., 2013. Integrated disease management of *Fusarium* Crown and root rot of greenhouse grown tomato in Eastern Mediterranean Region of Turkey. **Journal of Agrıcultural Sciences, 19**: 89-100.

Demir, G., Karcılıoğlu, A., Onan, E., 1999. Protection of cotton plants aganist damping-off disease with rhizobacteria. **Journal of Turkish Phytopathology, 28** (3): 111-118.

Dereboylu, A., Tort, N., 2010. Bazı aktivatör ve fungusit uygulamalarının *Cucumis sativus* L. bitkisinde verim-kalite üzerine etkisi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi **Fen Bilimleri Dergisi, 31** (1): 30-42.

Doni, F., Anizan, I., Radziah, C. M. Z., Salman, A. H., Rodzihan, M. H., Yusoff, W. M. W., 2014. Enhancement of rice seed germination and vigour by *Trichoderma* spp. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 7**(21): 4547-4552.

Egamberdieva, D., 2012. *Pseudomonas chlororaphis*: a salt-tolerant bacterial inoculant for plant growth stimulation under saline soil conditions. **Acta Physiol Plant**, **34**: 751–756.

Elmer, W. H., Ferrandino, F. S., 1993. Comparison of amonium sulfate and calcium nitrate fertilization effects on Verticillium wilt of eggplant. **Plant Disease**, **78,** 811-816.

Erdoğan, O., 2015. Pamukta toprak kökenli fungal patojenlere karşı floresan *Pseudomonas*'lar ile biyolojik mücadele. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2**(3): 268–275.

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.

Eser, Ü., 2011. Bazı Bitki Aktivatörlerinin Salata-Marulda Kurşuni Küf Hastalığına (*Botrytis cinerea* Pers.) Karşı Saksı Koşullarındaki Etkilerinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

Evcil, F., Yalçın, O., 1977. Ege Bölgesinde kavunlarda görülen solgunluk etmeni fungusların tespiti üzerinde ön arastırmalar. **Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı 11**:78.

Faessel, L., Nassr, N., Lebeau, T., Walter, B., 2008. Effects of the plant defence inducer, acibenzolar-S-methyl, on hypocotyl rot of soybean caused by *Rhizoctonia solani* AG-4. **Journal of Phytopathology, 156**:236-242.

FAO, 2017. **http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC,** (Erişim tarihi: 13.03.2019).

Fuchs, J. G., Loccoz, Y. M., Défago, G., 1997. Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Strain Fo47 ınduces resistance to Fusarium wilt in tomato. **Plant Disease**, **81**: 492-496.

Galdeno, D. M., Guzzo, S. D., Patricio, F. R. A., Harakava, R., 2010. Protection of coffee plants against brown eye spot by acibenzolar-S-methyl and harpin protein. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, 5** (7): 686-692.

Gordon, T. R., Martyn, R. D., 1997. The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*. **Annual Review of Phytopathology, 35**: 111-128.

Gordon, T. R., Okomoto, D., Jacobson, D. J., 1989. Colonization of muskmelon and nonsusceptible crops by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* and other spesies of *Fusarium*. **Phytopathology**, **79**: 1095-1100.

Gökçe, A. Y., Kotan, R., 2016. Buğday kök çürüklüğüne neden olan *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'ya karşı PGPR ve biyoajan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması. **Bitki Koruma Bülteni, 56** (1): 49-75.

Göre, M. E., Bora, T., 2007. Bezelyede Ascochyta yanıklığı ve bunun Fluoresent Pseudomonaslarla biyolojik kontrolü. **Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17** (2): 14-34.

Görlach, J., Vorlath, S., Knauf-Beiter, G., Henry, G., Beckhove, U., 1996. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **Plant Cell, 8:** 629- 43.

Griffin, D. W., Bartholomew, K., 1994. The metaphysics of measurement: The case of adult attachment. In K. Bartholomew & D. Perlman (Eds.), *Advances in personal relationships, Vol. 5. Attachment processes in adulthood,* pp. 17-52. London, England: Jessica Kingsley Publishers.

Gupta, P. C., 1993. Seed vigour testing. in: Agarwal, P.K (Ed). **Handbook Of Seed Testing National Seed Corporation**, New Delhi, India, 245-246 pp.

Hammerschmidt, R., Kuc, J., 1995. Induced resistance to disease in plants. **Kluwer Academic Publishers**, London, 182p.

Hammerschmidt, R., Smith-Becker, J. A., 1999. The role of salicylic acid in plant defense. **Pathogens and Herbivores**.

Huang, Y., Deverall, B. J., Tang, W. H., Wang, W., Wu, F. W., 2000. Foliar application of acibenzolar-S-methyl and protection of postharvest rock melons and hami melons from disease. **European Journal of Plant Pathology, 106**:651-656.

Jarvis, W. R., 1992. Managing disease in greenhouse crops. **Biological Control, 185**-218 288pp.

Joobeur, T., King, J. J., Nolin, S. J., Thomas, C. E., Dean, R. A., 2004. The Fusarium wilt resistance locus Fom-2 of melon contains a single resistance gene with complex features. **The Plant Journal, 39**: 283-297.

Karagöz, K., Kotan, R., 2010. Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin marulun gelişimi ve bakteriyel yaprak lekesi hastalığı üzerine etkileri. **Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1**(2), 165-179.

Karimi, A. K., 2016. Örtü Altı Patlıcan Yetiştiriciliğinde Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea*) ve Beyaz Çürüklük (*Sclerotinia sclerotiorum*) Hastalık Etmenlerine Karşı Bazı Biyokontrol Ajanlarının *in vitro'da* Etkinliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68 s.

Karman, M., 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler, denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. **T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları,** Bornova, İzmir, 279s.

Katan, J., 1980. Solar pasteurization of soils for disease control status and prospects. **Plant Disease, 64** (5): 450-454.

Kinnersley, A. M., 2000. Gamma aminobutyric acid (GABA) and plant responses to stress. **Critical Reviews in Plant Sciences, 19** (6): 479-509

Kiracı, S., 2007. Organik Tarımda Kullanılan Bazı Bitki Aktivatörlerinin Domateste Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 70 s.

Kirk, P. M., Cannon, P .F., Minter, D. W., Stalpers, J. A., 2008. Dictionary of The Fungi, 10th ed., CABI, Wallingford, UK.

Kloepper, J. W., 1994. Plant growth promoting rhizobacteria (Other Systems). CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 111-118pp.

Kone, D., Csinos, A. S., Jakson, K. L., Ji, P., 2009. Evaluation of systemic acquired resistance inducers for control of *Phytophthora capsici* on squash. **Crop Protection, 28**: 533-538.

Konukoğlu, F., 2007. Kahramanmaraş'ta Biberlerde Kök Ve Kökboğazı Yanıklığı Etmeni (*Phytophthora Capsici*)'Nin İnokulum Kaynaklarının Belirlenmesi Ve Entegre Mücadelesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Doktora Tezi, Ankara, 104s.

Köksal, N., 1999. Haploid Kavun Bitkilerinde *in vitro* ve *in vivo* Yöntemlerle Diploidizasyon. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 116 s.

Kurt, S., Baran, B., Sarı, N., Yetişir, H., 2002. Physiologic races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in the Southeastern Anatolia Region of Turkey and varietal reactions of races of the pathogen. **Phytoparasitica 30** (4): 395-402.

Kurt, Ş., 2012. Bitki Fungal Hastalıkları Kitabı. Akademisyen Kitabevi, Ankara, 214 s.

Leach, J., 1933. A destructive Fusarium wilt of muskmelons. **Phytopathology**, **23**: 554-556.

Leslie, J. F., Summerell, B. A., 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Ames, Iowa, USA, Blackwell Professional.

López, H. M., Vázquez, E. O., Zúñiga Aguilar, J. J., Lizama, U. G., 2010. Treatment with chitosan protects habanero pepper against the infection with *Phytophthora capsici.* **Israel Journal of Plant Sciences**, **58** (1): 61–65pp.

Lui, L., Kloepper, J. W., Tüzün, S., 1995. Induction of systemic resistance in cucumber by plant growth promoting rhizobacteria duration of protection and effect of host resistance on protection and root colonization. **Phytopathology, 85**: 1064-1068.

Martyn, R. D., Gordon, T. R., 1996. Fusarium wilt of melon. In: T. A. Zitter D. L. Hopkins, and C. E. Thomas (eds), **Compendium of Cucurbit Disease**, 13: 11.

Mas, P., Molot, P. M., Risser, G., 1981. Fusarium wilt of muskmelon. In: P. E. Nelson, T. A. Toussen, and R. J. Cook (Eds), Fusarium, Disease, Biology and Taxonomy, pp. 169-177. Pennsylvania State University Press, University Park, PA and London, UK.

Matheron, M. E., Porchas, M., 2000. Effect of cultivar and Actigard on development of powdery mildew on lettuce. This is a part of the University of Arizona College of Agriculture Vegetable Report.

Matheron, M. E., Porchas, M., 2002. Activity of Actigard on development of *Phytophtora* root and crown rot on pepper plants. This is a part of the Vegetable Report, University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences.

Matheron, M. E., Porchas, M., 2003. Comparison of fungicides for management of downy mildew of broccoli in 2003. Vegetable Report, The University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences.

Milosevic, N., Slusarenko, A. J., 1996. Active oxygen metabolism and lignification in the hypersensitive response in bean. **Physiological Molecular Plant Pathology, 49**: 143-158.

Mondal, A. H., Nehl, D. B., Allen, S. J., 2005. Acibenzolar-S- methyl induces systemic resistance in cotton against black root rot caused by *Thielaviopsis basicola*. **Australian Plant Pathology**, **34**: 499-507.

Nandakumar, R., Babu, S., Radjacommare, R., Raguchander, T., Samiyappan, R., 2002. *Pseudomonas fluorescens* mediated antifungal activity aganist *Rhizoctonia solani* causing sheath blight in rice. **Phytopathology Mediterranean, 41**: 109-119.

Nelson, P. E., Dignani, M. C., Anaissie, E. J., 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. **Clinical Microbiology Reviews, 7**: 479-504.

Öz, S., 1996. Ege Bölgesi'nde 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.

Pereira, R. B., Alves, E., Junior, P. M. R., Resende, M. L. V., Lucas, G. C., Ferreira, J. B., 2008. Coffee berry hust exract, thyme essential oil and acibenzolar-S-mehyl in control of brown eye spot of coffee tree. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 43**: 1287-1296.

Perez, L., Rodriguez, M. E., Rodriguez, F., Roson, C., 2003. Efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance against tobacco blue mould caused by *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina*. **Crop Protection, 22**: 405-413.

Pitrat, M., Chauvet, M., Fourcy, C., 1999. Diversity, history and production of cultivated cucurbits. **Acta Horticulturae, 492**: 21-28.

Ramussen, J. B., Hammerschmidt, R., Zook, M. N., 1991. Systemic induction of Salicylic acid accumulation in cucumber after ınoculation with *Pseudononas syringae* pv. *syringae*. **Plant Physiology, 97**: 1342-1347.

Risser, G., Banihashemi, Z., Davis, D. W., 1976. A proposed nomenclature of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* races and resistance genes in *Cucumis melo*. **Phytopathology, 66**: 1105–1106.

Robinson, R. W., Decker-Walters, D. S., 1997. Cucurbits. ın: crop production science in horticultures series (Ed: Jeff Atherton, Alun Ress). CAB International Department of Horticultural Science. Cornell Univ. and D.S Decker-Walters, The Cucurbit Network. U.S.A.

Ryals, J. A., . Neuenschwander, U. H., Willits, M. G., Molina, A., Steiner H. Y.,. Hunt, M. D., 1996. Systemic Acquired Resistance. **The Plant Cell American Society of Plant Physiologists**, **8:** 1809-1819.

Sağır, A., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kavun ve karpuzlarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler. **Bitki Koruma Bülteni**, **28** (3-4): 141-150.

Sanders, F. H., Langston, D. B., 2011. Effect of fungicide and plant defense activator drench applications for controlling Fusarium wilt of watermelon. University of Georgia, Tifton, GA, U.S.A., **Phytopathology**, **101**: 159p.

Scher, F. M., Baker, R., 1982. Effect of *Pseudomonas putida* and synthetic iron chelator on induction of soil suppressiveness to Fusarium wilt pathogens. **Phytopathology, 72:** 1567-1573.

Schippers, B., Van Eck, W. H., 1981. Formation and survival of chlamydospores in *Fusarium*. In '*Fusarium*, diseases, biology and taxonomy'. (Eds PE Nelson, TA Tousson, RJ Cook) pp. 250–260. (The Pennsylvania State University Press: University Park, PA).

Schreuder, W., Lamprecht, S. C., Holz, G., 2000. Race determination and vegetative compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* from South Africa. **Plant Disease, 84**: 231-234.

Sillero, J. C., Rojas-Molina, M. M., Avila, C. M., Rubiales, D., 2012. Induction of systemic acquired resistance against rust, ascochyta blight and broomrape in faba bean by exogenous application of salicylic acid and benzothiadiazole. **Crop Protection, 34**: 65-69.

Smith-Becker, J. A., 1999. The role of Salicylic Acid in disease resistance (A.A Agrawal, S. Tüzün, and E. Bent, eds.) Induced Plant Defenses **Against Pathogens and Herbivores,** 19-36.

Soran, H., 1975. Ankara, Edirne, Sakarya İllerinde Kavun Solgunluk Hastalıgı, Fungal Etmenlerinin Tebiti, Dağılışları, Bunlardan Fusarium Türlerinin Tanımı ve Patojenisiteleri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Doçentlik tezi, Ankara.

Soylu, S., Soylu, E. M, Bozkurt, A., Yiğitbaş, H., 2002. Farklı bölgelerde yetiştirilen biberlerin rhizosferlerinden izole edilen bakteri izolatlarının toprak kökenli fungal patojenlerin gelişimi üzerine olan etkinliklerinin *in vitro* koşullarında belirlenmesi, ss. 391-399. *Türkiye 5. Biolojik mücadele kongresi bildirileri,* Erzurum.

Sticher, L., Mauch-Mani, B., Metraux, J. P., 1997. Systemic acquired resistance. Annu. Rev. **Phytopathology, 35**: 235-70.

Sulewska, H., Panasiewicz, K., Koziara, W., 2003. Effect of resistance stimulator application to some agricultural crops. **Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering**, 51: 82.

Snyder, E. L., Hezzey, A., Cooper-Smith, M., James, R., 1981. Effect of microaggregate blood fitrationon plateletconcentrates *in vitro*. **The Journal of AABB, 4**(21): 427-434.

Snyder, W. C., Hansen, H. N., 1940. The species concept in *Fusarium*. **American Journal of Botany, February**: 64.

Şensoy, S., 2005. Türkiye Kavunlarındaki Genetik Varyasyonun ve Fusarium Solgunluğuna Dayanıklılığın Fenotipik ve Moleküler Yöntemlerle Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Van, 164 s.

Taşkaya, B., Keskin, G., 2004. Kavun-Karpuz. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, **TEAE Bakış, Sayı: 6**, (9).

Tezuka, T., Waki, K., Yashiro, K., Kuzuya, M., Ishikawa, T., Takatsu, Y., Miyagi, M., 2009. Construction of a linkage map and identification of DNA markers linked to Fom-1, a gene conferring resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* race 2 in melon. **Euphytica, 168**: 177–188.

Tosun, N.,. Türküsay, H.,. Akı, C.,. Karabay, N. Ü., Türkan, İ., 2001. Domatesin önemli fungal ve bakteriyal hastalıklarının kontrolünde antimikrobiyal bileşikler. Bitki aktivatörleri ve biostimulantların etkileri. Proje no: 200 ZRF 002. Ege Üniversitesi, Araştırma Fon Saymanlığı, Bornova, İzmir.

Tosun, N., Ergün A., 2002. Bitkisel üretimde ve tarımsal savaşımda yeni bir yaklaşım olarak bitki aktivatörlerinin rolü. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 10,248-263s.

TUİK 2018, **http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist,** (Erişim tarihi: 05.04.2019).

Tüzün, S., Bent, E., 1999. The role of hydrolytic enzymes in multigenic and microbially-ınduced resistance in plants. (A.A. Agrawal, S. Tüzün., and E. Bent

eds.) induced plant defenses against pathogens and herbivores. **Biochemistry, Ecology and Agriculture**, APS Press, St. Paul, Minn., 95-115

Tüzün, S., Kloepper, J., 1995. Practical application and implementation of induced resistance. (R. Hammerschmidt and J. Kuc, eds.) Induced resistance to disease in plants. **Kluwer Academic Publishers**, London, 152-168.

Tüzün, S., Nesmith, W., Ferriss, R. S., Kuc, J., 1986. Effects of stem ınjections with *Peronospora tabacina* on growth of tobacco and protection against blue mold in the field. **Phytopathology, 76**: 938-983.

Ünlü, H., 2008. Organik Domates Yetiştiriciliğinde Çiftlik Gübresi, Mikrobiyal Gübre ve Bitki Aktivatörü Kulllanımının Verim, Kalite ve Bitki Besin Maddeleri Alımına Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi, Isparta, 164 s.

Ünlü, M., 2008. Kavun yetiştiriciliği ve ıslahının ülkemizde ve dünyadaki durumu. **Tüsemkom Dergisi, 10**: 48-51.

Van Loan, L. C., Bakker, P. A. H. M., Pieterse, C. M. J., 1998. Systemic resistance ınduced by rhizosphere bacteria. Annu. Rev. **Phytopathology, 36**: 453-483.

Vrbničanin, S., Božić, D., Sarić, M., Pavlović, D., Raičević, V., 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on *Ambrosia artemisiifolia* L. seed germination. **Pesticides & Phytomedicine**, **26** (2): 141-146.

Wani, P. A., Khan, M. S., 2010. *Bacillus* species enhance growth parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in chromium stressed soils. **Food and Chemical Toxicology, 48**: 3262–3267.

Wei, G., Kloepper, J. W., Tüzün, S., 1996. Induction of systemic resistance to cucumber diseases and increases plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. **Phytopathology, 86**: 221-224.

Weller, D. M., 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Ann. Rev. **Phytopathology, 26**: 379-407.

Whan, J. A., Dann, E. K., Smith, L. J., Aitken, E. A. B., 2008. Acibenzolar-S-methyl-induced alteration of defence gene expression and enzyme activity in cotton infected with *Fusarium oxsysporum* f. sp. *vasinfectum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology, 73**: 175-182.

Yasuda, M., Ishikawa, A., Jikumaru, Y., Seki, M., Umezawa, T., Asami, T., Nakashita, A. M., Kudo, T., Shinozaki, K., Yoshida, S., Nakashita H., 2008. Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid-mediated abiotic stress response in Arabidiopsis. **Plant Cell, 20:** 1678-1692.

Yıldız, F., Yıldız, M., Delen, N., Coşkuntuna, A., Kınay, P., Türküsay, H., 2007. the effects of biological and chemical treatment on gray mold disease in tomatoes grown under greenhouse conditions. **Turkish Journal of Agriculture Forestory, 31**: 319-325.

Yıldız, M., 1977. Ege Bölgesinde Kavun Solgunluk Etmeninin Patojenisitesi, Irkları ve Yerli Çesitlerin Dayanıklılıklarının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fitopatoloji ve Zirai Botanik Kürsüsü, Doçentlik Tezi, İzmir.

Yıldız, N., Altınok, H. H., Dikilitaş, M., 2012. Screening of rhizobacteria against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*, the causal agent of wilt disease of eggplant. **African Journal of Microbiology Research**, **6** (15): 3700-3706.

Yorgancı, H., 2014. Örtüaltında Yetiştirilen Hıyarlarda Sorun Olan Başlıca Toprak Kökenli Patojenler Üzerinde Bazı Biyofungisitlerin Etkinliğinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

Yoshida, R., 2010. Self-oscillating gels driven by the Belousov-Zhabotinsky reaction as novel smart materials.**Advanced Materials**, **22**: 3463-3483.

Yücel, S., 1989. Domates Fusarium solgunluğuna *(Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *Iycopersici* (Sacc.) Synd. and Hans) karşı biyolojik kontrolde antagonistlerin ve toprak solarizasyon uygulamasının karşılıklı etkileşimlerinden yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar. **Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Yayınları Serisi**, **64**.

Yücel, S., Pala, H., Sarı, N., Abak, K., 1994. Determination of *Fusarium*. *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, 87-89.

Ziedan, E. H. E., 2006. Manipulating endophytic bacteria for biological control to soil borne diseases of peanut. **Journal of Applied Sciences Research**, **2** (8): 497-502.

Zink, F. W., Gubler, W .D., 1985. Inheritance of resistance in muskmelon to Fusarium wilt. **Journal of the American Society Horticultural Science**, **110**: 600–604.

Zitter, T. A., Hopkins, D. L., Thomas, C. E., 1996. Compendium of Cucurbit Diseases. The American Phytopathological Society, St. Psul, Minnesota, USA, 34-35.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Kübra DELİSOY

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri: 17.04.1991 - Sarıoğlan / KAYSERİ

Medeni Durum: Bekâr

e-mail: kubradelisoy@hotmail.com

Yazışma Adresi: Gesi Fatih Mah. Günsazak Cad. İldem C Konutları C:64 Bilgekağan Apt. Kat: 6 No:25 Melikgazi/Kayseri

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma	2019
Lisans	Namık Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma	2013
Lise	Kocasinan Anadolu Lisesi	2009

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2018-Halen	Kayseri Şeker Tarım Ürünleri Lisanslı Depoculuk A.Ş.	Depo Eksperi
2016-2018	Duygu Tarım	Ziraat Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce