BUĞDAY KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) FUNGUSUNUN PGPR VE BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Ahmet Yasin GÖKÇE

Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Doç. Dr. Recep KOTAN
2013
Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) FUNGUSUNUN PGPR VE BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Ahmet Yasin GÖKÇE

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

ERZURUM
2013

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAY FORMU

BUĞDAY KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN *Bipolaris Sorokiniana* (Sacc.) FUNGUSUNUN PGPR VE BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Doç. Dr. Recep KOTAN danışmanlığında, Ahmet Yasin GÖKÇE tarafından hazırlanan bu çalışma **25/09/2013** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/~~oy çokluğu (.../...)~~** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hidayet BOSTAN *İmza* :

Üye : Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI *İmza*

Üye : Doç. Dr. Recep KOTAN *İmza* :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BUĞDAY KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) FUNGUSUNUN PGPR VE BİYOAJAN BAKTERİLERİ KULLANILARAK KONTROLLÜ KOŞULLARDA BİYOLOJİK MÜCADELE İMKÂNLARININ ARAŞTIRILMASI

Ahmet Yasin GÖKÇE

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Recep KOTAN

Yapılan bu çalışmanın amacı; PGPR ve biyoajan bakteriler kullanılarak buğday kök çürüklüğü hastalığı *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'nın kontrolü ve bitki gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesidir. Çalışmada; daha önce yapılmış olan farklı araştırmalarda yabani ve kültür bitkilerinin toprak altı veya toprak üstü aksamlarından izole edilerek, Mikrobiyal Tanı Sistemi (MIS) ile tanılanan 25 faklı türe ait toplam 212 bakteri izolatı kullanılmıştır. Bu bakteriler in-vitro koşullarda patojene karşı antifungal özelliklerinin belirlenmesi için test edilmiştir. Antifungal özellikleri, azot fiksasyonu ve fosfatı çözebilme özellikleri dikkate alınarak seçilen 39 bakteri izolatı sıvı taşıyıcı formülasyonda geliştirilmiştir. Tohum kodlaması yöntemi kullanılarak saksı denemelerinde hastalık gelişimi ve buğday bitkisinin gelişimi üzerine etkinlikleri bakımından test edilmiştir. Sonuç olarak, bakteri izolatlarından oluşturulan sıvı formülasyonlardan bazılarının hem buğday kök çürüklüğü hastalığını kontrolünde biyopestisit ve hem de bitki gelişiminde mikrobiyal gübre olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

2013, 64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Buğday, biyopestisit, kök çürüklüğü, hububat, PGPR, *Bipolaris sorokiniana*

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF BIOLOGICAL CONTROL POSSIBILITIES OF WHEAT ROOT ROT DISEASE CAUSED BY *Bipolaris Sorokiniana* (Sacc.) SHOEN. USING PGPR AND BIO-CONTROL BACTERIA IN GREENHOUSE CONDITION

Ahmet Yasin GÖKÇE

Atatürk University
Natural Sciences Institute
Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Recep KOTAN

The aim of this study was to determine the effect of PGPR and bioagent bacteria against root rot disease on wheat caused by *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) and plant growth promotion. A total of 212 bacterial isolates belonging to 25 different species isolated from under-ground or above-ground of wild and cultivated plants in the previous studies were used in this study. They were identified using fatty acid methyl esters profiles by the Microbial Identification System (MIS). The bacterial strains were tested to determine their antifungal properties against the fungal pathogen in vitro condition. A total of 39 bacterial isolates, selected by determining antifungal activities, nitrogen fixation and phosphate solubulising activities, were growth in suitable liquid carrier formulation. They tested for suppressing root rot disease and some plant growth parameters by using seed inoculation method. Consequently, our results indicated that some of the liquid formulation consist of bacteria can be used as both biopesticide for the control of wheat root rot disease and biofertilizers for wheat production.

2013, 64 pages

Keywords: Biopesticide, *Bipolaris sorokiniana*, cereal, PGR, root rot, wheat

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda bana araştırma imkânı sağlayan, almış olduğum derslerde ve tez çalışmalarımın tüm aşamalarında ilgi, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Recep KOTAN'a, burada isimlerini sayamadığım, birlikte çalışmaktan büyük zevk duyduğum değerli hocalarıma, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsünden tez çalışmam esnasında laboratuvarların kullanılmasına müsaade eden idari yönetimine, istatistik analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde bana yardımcı olan Sayın Dr. Numan E. BABAROĞLU'na, laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Sayın Uzm. Orhan BÜYÜK ve laborant Sayın Birol KILIÇARSLAN'a, çalışmalarım boyunca manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ahmet Yasin GÖKÇE
Eylül, 2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 7
3. MATERYAL ve YÖNTEM 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Yararlanılan cihazlar 17
3.1.2. Çalışmada kullanılan besi yerleri ve çözeltilerin hazırlanışı 18
3.1.3. Çalışmada kullanılan patojen fungus izolatı 18
3.1.4. Çalışmada kullanılan bakteri izolatları 19
3.1.5. Çalışmada kullanılan buğday çeşidi ve diğer materyaller 20
3.1.6. Çalışmada kullanılan sıvı taşıyıcı 21
3.2. Yöntem 22
3.2.1. Çalışmada kullanılan bakteri ve fungus kültürlerinin muhafazası 22
3.2.2. İn vitroda engelleme denemesi 22
3.2.3. Aday biyoajanların buğday gelişimi ve hastalık gelişimi üzerine etkileri 23
3.2.4. İstatistik analizler 27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 28
4.1. İn-vitro Petri denemelerinin sonuçları 28
4.2. İn-vitro Petri denemelerinde etkili bulunan izolatlar 29
4.3. İn-vivo saksı denemelerinde test edilen bakterilerin bitki büyümesi üzerine etkileri 31
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 49
KAYNAKLAR 57
ÖZGEÇMİŞ 65

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Atm	Atmosfer
Cm	Santimetre
°C	Santigrat derece
Da	Dekar
dH_2O	Distil su
Dk	Dakika
G	Gram
Kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan bakteri sayısı
L	Litre
Lx	Lüks
Mg	Miligram
Ml	Mililitre
N	Gözlem yapılan toplam örnek adedi
n	Örnek adedi
NA	Nutrient Agar
PDA	Patates dextrose agar
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacter
R_1	Patojenin büyüme yarı çapı
R_2	Patojenin antagonist yönündeki büyüme yarı çapı
RI	Engelleme oranı
Sa	Saat
sdH_2O	Steril ve distil su
sH_2O	Steril su
Sn	Saniye
V	Skala değeri
Z	En yüksek skala değeri
µ	Mikron
µl	Mikrolitre
µg	Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Bitki büyütme kabininde yürütülen ön çalışmalardan bir görünüm 19
Şekil 3.2. Buğday kepeğinde inokulum hazırlanmas..... 23
Şekil 3.3. Denemelerin yürütüldüğü iklim odası 24
Şekil 3.4. İklim odasındaki saksılar 24
Şekil 4.1. Bakterilerin oluşturdukları inhibasyon zonları 28
Şekil 4.2. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki boyu üzerine etkileri..... 32
Şekil 4.3. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki yaprak sayısı üzerine etkileri..... 33
Şekil 4.4. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki yan kök sayısı üzerine etkileri..... 34
Şekil 4.5. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri..... 35
Şekil 4.6. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki kuru kök ağırlığı üzerine etkileri..... 36
Şekil 4.7. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki kuru gövde ağırlığı üzerine etkileri..... 37
Şekil 4.8. Aktaş (2001)'e göre oluşturulan hastalık skalası ile ilgili görsel 38
Şekil 4.9. Saksı denemelerinde uygulamaların hastalık şiddeti üzerine etkileri..... 41
Şekil 4.10. PGPR bakterilerin *B.sorokiniana*'ya karşı saksı denemeleri..... 42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye'de hububat alanlarında saptanan kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenleri 9

Çizelge 3.1. In-vitro Petri denemelerinde *B. sorokiniana'*ya karşı antifungal etkinlikleri bakımından test edilen bakteri türleri ve bu türlere ait izolat sayıları 20

Çizelge 3.2. Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü skalası..... 26

Çizelge 4.1. In-vitro Petri denemelerinde *B. sorokiniana'*ya karşı test edilen bakteri türlerinin etkili izolat sayıları ve oluşturdukları inhibasyon zonları 29

Çizelge 4.2. In-vitro Petri denemelerinde *B. sorokiniana'*ya karşı etkili bulunan bakteri izolatlarının lokasyon, konukçu, azot fiksasyonu, fosfatı çözebilme ve patojene karşı oluşturdukları inhibasyon zonları 30

Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan köklendirici ve biyoajan bakteri izolatlarının bitki gelişimi üzerine etkinliği..... 31

Çizelge 4.4. Saksı denemelerinde bakteri izolatlarının (PGPR) *B. sorokiniana*'yı etki ve hastalık şiddeti değerlendirmesi 39

1. GİRİŞ

Tarım, insanların gıda ve giyim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bitkisel ve hayvansal ürün üretimini konu alan faaliyetlerin bütünüdür. Bitkisel kaynaklı gıdalar; hayvansal olanlara göre yetiştirilmeleri, sağlanmaları, taşınmaları, saklanmaları ve işlenmeleri daha ucuz ve kolay olmasından dolayı özellikle teknolojide geri kalmış ülke ve toplumlarda daha yüksek miktarlarda tüketilmektedir.

Tahıllar ise bitkisel gıda maddeleri içinde yukarıda belirtilen üstünlüklerinin yanında kesif bir enerji kaynağı olması, doyurucu özelliği, endüstride kullanılan bazı maddelerin elde edilmesinde hammadde olarak değerlendirilmesi, kısmen tam biyolojik değerdeki protein içeriği, bıktırmayan nötr tat ve aromaya sahip oluşu ile büyük önem taşımaktadır. Graminae familyası üyelerinin taneleri tahıl (hububat) olarak adlandırılır. Tahıllar grubunu oluşturan buğday (*Tritucum*), arpa (*Hordeum*), çavdar (*Secale*), yulaf (*Avena*), mısır (*Zea*), çeltik (*Oryza*), darılar (*Sorghum, Panicum, Seteria*) ve kuşyemi (*Phalaris*) ekiliş, üretim ve değer yönünden tarla bitkileri içinde önemli paya sahiptirler. Bunlardan ilk dördü "Serin İklim Tahılları", kalanları ise "Sıcak İklim Tahılları" olarak adlandırılmaktadır. Bunlar yeryüzünde ekiliş ve üretim düzeyi en yüksek olan ürün grubudur.

Özellikle buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, pirinç ve sorgum dünya çapında ekonomik öneme sahip tahıl çeşitleridir. Bunlar içerisinde en yüksek payı %32 ile buğday almaktadır (Anonymous 2012). Türkiye'de toplam tahıl üretiminin büyük çoğunluğu İç Anadolu Bölgesi'nde olup; bunu sırasıyla Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu, Ege, Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi takip etmektedir (Anonim 2012). İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan buğday, tüketim alışkanlıkları nedeniyle özellikle ülkemizde ilk sıralarda yer almaktadır. Serin iklim tahılları içinde önemli yere sahip ve adaptasyon yeteneği yüksek olan buğday, un, makarna, bisküvi, irmik, nişasta, bulgur ve yem sanayiinde kullanıldığı gibi, hasat ve harman sonrası kalan bitki artıkları da hayvan beslenmesinde kaba yem olarak da kullanılmaktadır (Kün 1988; Aktaş 2010).

Türkiye'de buğday tahıllar içerisinde ekim alanı bakımından birinci sırada yer almaktadır. Yıllara göre değişmekle beraber 2012 yılı verilerine göre 112 933 013 da olan tahıl ekim alanlarının, 75 296 394 dekarını buğday ekimi oluşturmaktadır. Bu alandan dekara verimin 267 kg olduğunu, toplam üretimimizin ise 20 100 000 ton olduğu belirtilmektedir (Anonim 2012).

Kültürü yapılan buğdayın orijini bilim adamları tarafından tartışılmasına rağmen Güneybatı Asya kabul edilmektedir. Diğer taraftan Türkiye, Suriye, Irak ve Kafkasya'da yabani türlerine rastlandığı, bundan dolayı bu ülkelerin buğdayın gen merkezi olarak kabul edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Sencar vd 1994).

Tarım ürünlerinde verimi sınırlayan biyotik ve abiyotik pek çok faktör bulunmaktadır. Hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlar gibi değişik faktörler tarım ürünlerinde önemli kayıplara neden olan biyotik faktörlerdendir. Abiyotik faktörler olarak değerlerndirilen kötü çevre şartları (don, dolu, rüzgar, kuraklık vs.) ve/veya patojenik mikroorganizmaların (fungus, bakteri, virüs, viroid, fitoplazma vs.) saldırısına maruz kalan bitkilerin normal hayatsal faaliyetlerindeki bozulma ve buna bağlı olarak meydana gelen, doğrudan veya dolaylı zararlanmalar, bitki hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Bu kayıplar içerisinde bitki patojenlerinin neden olduğu hastalıklar önemli bir yere sahiptir.

Bitki patojenlerine karşı önlem alınmadığı takdirde yılda yaklaşık olarak %65 oranında ürün kaybı oluşmaktadır (Agrios 1997). Food and Agriculture Organization (FAO) tarafından yayınlanan 1993 yılı istatistiklerine göre, her yıl dünya tarım ürünlerinin en az %12'lik bir bölümü (tarla ve depo şartlarında) patojen mikroorganizmaların neden olduğu bitki hastalıklarından dolayı kaybedilmekte; bu oran az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde daha da fazla olmaktadır. Yapılan araştırmalar, bitki hastalıklarına %60–75 oranında fungus ve bakteriler, %10–15 oranında virüs ve viroidler, %10 oranında ise diğer patojenler ve çevresel faktörlerin sebep olduğunu göstermektedir (Agrios 1997).

Tahıllar açısından değerlendirildiğinde de fungal, bakteriyel ve viral hastalıkların dünyada önemli ölçüde ekonomik kayıplara sebep olduğu bilinmektedir. Ülkemizde ise

tahıllardaki hastalıklar üzerine yapılan çalışmaların fungal patojenler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Özkan ve Aktaş 1975; Aktaş 1982; Aktaş 1984; Aktaş *et al*. 1994; Aktaş vd 1995; Eken ve Demirci 1998; Aktaş vd 2000).

Buğday ve arpanın verimini ve kalitesini etkileyen birçok hastalık etmeninin yanında, *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram and Jain [Eşeyli dönemi *Cochliobolus sativus* (Ito and Kurib.) Drechler ex Dastur]'nın oluşturduğu kök çürüklüğü hastalığı da büyük bir öneme sahiptir (Eken ve Demirci 1998).

D. sorokiniana'nın oluşturduğu hastalık "noktalı yaprak lekesi" olarak isimlendirilmiştir (Couture and Sutton 1978; Luz and Bergstrom 1986; Conner 1990). Fakat ilk enfeksiyonun kök ve kök boğazında görülmesi, sıcak ve az yağışlı bölgelerde ise hastalığın sadece bu durumda seyretmesinden dolayı bu hastalık "kök çürüklüğü" olarak da adlandırılmaktadır (Piening *et al.* 1976; Tinline and Ledingham 1979; Duczek *et al.* 1985). Fungus; kök çürüklüğü, fide yanıklığı, yapraklarda açık kahverengiden siyaha kadar değişen ve kenarları kesin bir hatla ayrılan oval lekeler, bitkilerde bodurlaşma, başak büyüklüğü ve tane ağırlığında azalma şeklinde kendini göstermektedir (Dickson 1956; Ledingham *et al.* 1973; Piening *et al.* 1976; Wiese 1987a; Wiese 1987b).

Gerek açlık sorununu ortadan kaldırmak ve gerekse beslenme düzeyini biraz daha iyileştirmek için, tarımsal üretimi düşürücü etkenlerin ortadan kaldırılması zorunludur. Bunun için de, her türlü kültür bitkisinde olduğu gibi, buğday üretiminin artırılmasında, mevcut ekim alanlarının genişletilmesinden ziyade, birim alandan elde edilecek ürün miktarı ve kalitesinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu amaca ulaşmak için, sulama, gübreleme ve toprak işlemenin zamanında yapılması, diğer taraftan kaliteli tohum, yüksek verimli ve dayanıklı çeşitlerin kullanılması yanında, verim kaybına neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlarla da bilinçli bir şekilde mücadele edilmesi gerekmektedir.

Bitkinin normal olarak gelişip en iyi verimi sağlaması için sağlıklı bir kök sistemine sahip olması gerekir. Kök ve kök boğazı hastalıkları uygun şartlarda, su ve besin iletim

düzenini bozarak verimi etkiler. Fungal etmenler tarafından oluşturulan bulaşıklılık bazı yerlerde oldukça yoğundur. Bu kompleks etmenler grubu, sayısal olarak ülkeler arasında hatta bir ülkenin bölgeleri arasında bile farklılık arz edebilir. Karışık enfeksiyonlar fungusların tek başına meydana getirdikleri enfeksiyonlara oranla çok daha şiddetli verim kayıplarına neden olmaktadır (Aktaş 2001).

Dünyada hububat ekim alanlarının hemen hemen hepsinde kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıkları görülmektedir (Aktaş 2001). Buğday ve arpada kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı nedeniyle %10–40 arasında ürün kaybı meydana gelmektedir. Kök çürüklüğünün, mevsimin ve münavebenin hastalığın çoğalmasına uygun olduğu yerlerde %50 veya daha fazla ürün kaybına neden olduğu kaydedilmektedir (Wallwork 2000).

Özellikle de yoğun tarım uygulamalarında aşırı kimyasal ilaç ve gübre kullanımı; tarımsal üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini riske atmış, doğal kaynakların insan sağlığını tehdit eder boyutlarda kirlenmesine, patojen ve zararlı etmenlerde ilaçlara karşı dayanıklılık riskinin oluşmasına sebep olmuştur. Bu nedenle tarımsal üretimde verimliliğin artırılması, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunacak biyolojik ürünlerin (biopestisit ve mikrobiyal gübre) kullanımının gerekli olduğu artık bilinmektedir. Toprak ve su kaynaklarına daha az zarar veren, tarımsal kimyasallara daha az bağımlı olan çevre dostu stratejilerin kullanılmasına ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılmasına duyulan ihtiyaç küresel boyutlardadır. Buna mukabil sürdürülebilir tarım uygulamalarının anahtar elementlerinden birisi de, bitki korumada biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımıdır (Szekeres 2006).

Biyolojik mücadele; bir antagonistin veya konukçu dayanıklılığının doğrudan, ya da çevre etkenlerinin mikrobiyal antagonizmi veya konukçu dayanıklılığını uyarıcı dolaylı etkisiyle, hastalık etmeninin inokulum niceliğinde ya da hastalandırma yeteneğinde ortaya çıkan düşüş olarak tanımlanmaktadır (Bora ve Özaktan 1998).

Biyolojik mücadelede amaca ulaşmak için etmeni doğru şekilde kullanmak çok önemlidir. Biyolojik mücadele etmenleri, tohum uygulamalarında kimyasal fungisitler kadar etkili olmamakla birlikte, kökleri kolonize ederek, kök kütlesini ve sağlığını artırarak verim artışı sağlarlar. Kimyasallar kısa vadeli iyi tohum koruması yaparken, biyolojik mücadele, fungusa karşı uzun vadeli kök koruması temin etmektedir (Harman 2006).

Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıkları etmenleri, dayanıklı spor formları ile toprakta uzun yıllar yaşamlarını sürdürmeleri ve kozmopolit bir dağılım göstermeleri nedeniyle, hububat tarımında verim ve kalite unsurlarını olumsuz yönde etkilemektedirler. Bitki kök sistemi hastalıklı olduğunda, ana kök ve lateral kök oluşumundaki aksaklıklara bağlı olarak bitki besin maddeleri yeterince kullanılamamakta ve kök bölgesinden daha derinlere inerek, bitki tarafından faydalanılamayacak hale gelmektedir. Bu hastalıklar özellikle iklim koşullarının hastalık gelişimine uygun olduğu yıllarda, önemli zararlara neden olmaktadırlar.

Kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı mücadelede, kültürel önlemlerin ve kimyasal mücadelenin yetersiz kalması dolaysıyla alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılması kaçınılmazdır. Bitki hastalıklarıyla alternatif mücadele yollarından biri olan biyolojik mücadele, günümüzde çoğu ülkede araştırmacıların ilgisini cezbeder hale gelmiş ve birçok patojene karşı biyolojik preparatlar geliştirilerek yetiştiricilerin hizmetine sunulmuştur.

Tohuma uygulanan bazı bakteriyel biyolojik mücadele ajanları, bitkide dayanıklılığı uyararak birden çok hastalığı engelleyebilmesi nedeni ile ümitvar bir alternatif mücadele yöntemi olarak görülmektedir. Genel olarak uyarılmış dayanıklılığın sistemik olmasıyla, savunma mekanizmaları sadece enfekteli bitki kısımlarında değil, bitkinin tüm dokularında etkili olmaktadır. Rizosferde bulunan *Pseudomonas* ve *Bacillus* cinslerine dahil bakteri türleri; besin ve yer için rekabet, antibiyosis, sistemik dayanıklılığın uyarılması gibi farklı mekanizmaları kullanarak toprak patojenlerinin neden olduğu ürün kayıplarını azaltabilmektedirler. Rizobakterilerin çeşitli

mekanizmalar yardımıyla hastalıkları engellemelerinin yanısıra, bitki gelişimini teşvik etmeleri ve ürün artışına imkan sağlamaları da ülkemizde bu konuda araştırmaların yapılması gerektiğini gözler önüne sermektedir.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yayınlamış olduğu talimatlara göre; *B. sorokiniana* etmeni ile mücadelede, ekim öncesi tohuma pestisit uygulaması ve kütürel önlemler haricinde etkili bir yönteminin olmadığı belirtilmektedir. Bu nedenle geliştirilecek etkili biyoajanlar bu hastalığın kontrolünde büyük önem taşımaktadır. Ayrıca hem ülkemiz hem de dünyada sürekli kimyasal kullanılması; başta insan ve hayvan sağlığını tehdit etmekte olup, çevre kirliliği, ilaç kalıntısı, dayanıklılık riski gibi birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Bu açıdan son yıllarda önemini giderek artırmakta olan insan ve çevre dostu biyolojik mücadele çalışmaları insanlığın gelecekteki birçok kaygısına umut ışığı olmuştur. Yapılan bu çalışmada; buğdayda kök çürüklüğü hastalığına karşı etkili ve aynı zamanda bitki gelişimine katkıda bulunabilecek bakteri izolatlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Buğdayda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan etmenlerin başında *Fusarium culmorum* (WG Smith), *Gaumannomyces graminis* (Sacc.), *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) ve *Pseudocercosporella herpotrichoides* (Fron) gelmektedir. Diğer bazı *Fusarium* türlerinin ise hastalık şiddetini artırdığı, yine bu etmenler toprakta bitki artıkları üzerinde iki yıldan fazla canlılıklarını muhafaza edebildikleri, fungusların toprak kökenli oldukları ve tohumla taşındıkları belirtilmiştir (Wallwork 2000).

*B. sorokiniana'*nın konidioforlarının koyu kahverengi, kısa ve çoğunlukla tek veya küçük gruplar halinde düz veya kıvrık 110-150x6-10 µ boyutlarında, konidiosporlarının ise 3–10 bölmeli ve 60–120x5–20 µ boyutlarında olduğu bildirilmiştir (Anonymous 2011). Konidioforlar kısa, çoğunlukla tek ve 1-6 konidi oluştururlar. Konidiler tipik olarak 5-9 hücreli, elipsoid, koyu zeytin kahverenkli, çoğunlukla düz hafifçe kalın duvarlı ve kıvrıktırlar (Zillinsky 1983). Patates dekstroz agar (PDA)'da gelişen, parlak ve siyaha dönüşmüş ya da yaşlı fungus kültüründe konidi daha bol bulunur (Wallwork 2000).

B. sorokiniana (Sacc. in Sorok) Shoemaker (syn. *Helminthosporium sativum*) (teleomorph: *Cochliobolus sativus* [Ito, Kuibayashi] Drechsler ex Dastur) fungusunun kök çürüklüğü hastalığına neden olduğu, doğada fungusun eşeyli ya da eşeysiz üreme döneminin görüldüğü ve sadece Zambia'da eşeyli döneminin görülebildiği bildirilmiştir (Raemaekers 1991). Smiley ve Patterson (1996) A.B.D.'nin Oregon eyaletinde yaptıkları sürvey çalışmasında; dominant kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni olarak *B. sorokiniana, Microdochium nivale* ve *F. avenaceum* hastalık etmenlerini tespit etmişler ve Grup 1 olarak nitelendirmişlerdir.

Buğdayda kök ve kök boğazı patojeni olarak büyük öneme sahip olan *B. sorakiniana*, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok geniş bir yayılma alanına sahiptir. Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde buğdayda hakim kök ve kök boğazı

patojenleri bölgeden bölgeye farklılık gösteririken, *B. sorakiniana*, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok geniş bir yayılma alanına sahiptir. Marmara Bölgesi Trakya bölümünde buğday ve çeltik alanlarında yapılan çalışmalarda; *Fusarium* spp., *B. sorokiniana* ve *Pythium* spp. tespit edilmiştir (Yılmazdemir 1976; Paça Can vd 2001).

Güney Marmara Bölgesi'nde Bursa ve Sakarya illerinde *Rhizoctonia cerealis, Fusarium graminearum, F. culmorum, B. sorokiniana* belirlenmiştir. Bölgenin ılıman ve yağışlı iklime sahip olması nedeniyle *F. graminearum* önemli bir patojen olarak bulunmuştur (Aktaş vd 1996; Arslan 1999).

Uçkun ve Yıldız (2004) tarafından Ege Bölgesinde yapılan bir diğer çalışmada, İzmir, Aydın, Denizli illerinde hastalık etmeni olarak *Fusarium* spp., *R. cerealis, B. sorokiniana* bulunmuş olup; bölgenin bu etmenlerden bir veya birkaçı ile tamamen bulaşık olduğu görülmüştür. Ortalama hastalığa yakalanma oranı %58,28 ve hastalık şiddeti ise %25,07 olarak tespit edilmiştir. Araştırma alanındaki hastalığın yaygınlık oranı ise İzmir ilinde, Aydın ve Denizli illerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İç Anadolu Bölgesinde Ankara yöresinde *Fusarium* spp., *Rhizoctonia. solani, Pythium* spp., tespit edilmiş olup, *F. acuminatum, F. culmorum* ve *F. graminearum* yaygın patojenler olarak bulunmuştur (Soran ve Damgacı 1980; Muratçavuşoğlu ve Hancıoğlu 1995).

Orta Anadolu Bölgesinde arpa ve buğdaylarda, kök çürüklüğü hastalık etmeni *B. sorokiniana*'nın yayılışını belirlemek amacıyla çalışmalar yapmıştır (Aktaş 1982). Son yıllarda yürütülen çalışmalarda buğdayda kök ve kök boğazı patojenlerinin, özellikle *Cochliobolus sativus* (*B. sorokiniana*) ve *Fusarium* spp.'nin buğdayda önemli sorun oluşturduğu ortaya konulmuştur (Mamluk *et al.* 1997).

Ülkemizde önemli hububat kök ve kök boğazı çürüklük hastalık etmenleri olarak Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi, *B. sorokiniana, Fusarium* spp., *Ophiobolus graminis,*

Rhizoctonia cerealis, Pseudocercosporella herpotrichoides, Pythium graminicola, saptanmıştır (Aktaş vd 1995; Aktaş *et al.* 1997; Aktaş vd 1999).

Çizelge 2.1. Türkiye'de hububat alanlarında saptanan kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenleri

1	*Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain
2	*Fusarium culmorum* (Smith) Sacc.
3	*Fusarium graminearum* Schwabe
4	*Fusarium moniliforme* Sheldon
5	*Ophiobolus graminis* Sacc.
6	*Fusarium avenaceum* (Corda.) Sacc
7	*Rhizoctonia cerealis* Kühn.
8	*Pseudocercosporella herpotrichoides* (Fron.) Deigh.
9	*Pythium graminicola* Subr.
10	*Fusarium nivale* (Fr.) Ces.
11	*Fusarium acuminatum* Ellis and Everhart
12	*Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.
13	*Fusarium solani* (Mart.) Sacc.
14	*Fusarium oxysporum* Schlecht.
15	*Fusarium fusarioides* (Frag. and Cif.) Booth
16	*Fusarium cerealis* (Cooke) Sacc.
17	*Fusarium pallidorosum* (Cooke) Sacc.
18	*Fusarium proliferatum* (Mats.) Nirenberg
19	*Fusarium heterosporum* Nees
20	*Fusarium clamydosporum* Wollenw. and Reinking
21	*Fusarium poae* (Peck.) Wollenw.
22	*Fusarium sporotrichoides* Sherb.
23	*Fusarium flocciferum* Corda
24	*Fusarium lateritium* Nees
25	*Fusarium sambucinum* Fuckel
26	*Fusarium tricinctum* (Corda) Sacc.
27	*Fusarium sacchari* (Butler) Gams

Ülkemizde kök ve kök boğazı çürüklüğü konusunda yapılan çalışmalarda Ege bölgesinde, İzmir, Aydın, Denizli illerinde hastalık etmeni olarak *Fusarium* spp., *R. cerealis*, *B. sorokiniana* bulunmuş olup bölgenin bu etmenlerden bir veya bir kaçı ile tamamen bulaşık olduğu görülmüştür (Uçkun ve Yıldız 2004).

Ülkemizin buğday ekim alanlarında kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal hastalık etmenlerininin yagınlık oranları; *Rhizoctonia* spp. %22 , *F. culmorum* %14, *B. sorokiniana* %10, *Pythium* spp. %3, *F. pseudograminearum* %2 ve *G. graminis* %2 olarak tespit edilmişdir (Tunalı *et al.* 2008).

B. sorokiniana'nın şiddetli tohum enfeksiyonlarının tarlada bitki çıkışını %38 oranında azalttığı bildirilmiştir (Yılmazdemir 1976). Ayrıca hastalık etmeni fide yanıklığı, kök ve kök boğazı yanıklığı, yapraklarda nekrotik lekeler, kavuz ve tane yanıklıkları da oluşturmaktadır. *B. sorokiniana*'nın ülkemizde hububatta %8,25 oranında hastalık şiddeti oluşturduğu ve 121 kg/ha verim kaybına neden olduğu saptanmıştır (Aktaş and Bora 1981).

Amerika'nın Colorado ve Wyoming eyaletlerinde kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenleri incelediği araştırmada; izole ettikleri 852 farklı fungal izolattan 408'inin patojenik olduğunu ve bunlardan *B. sorokiniana* türünü %34 oranında elde etmişlerdir (Hill *et al.* 1983). Benzer olarak; Windels and Holen, (1989) Amerika'nın Minnesota Eyaleti buğday ekim alanlarında 3 yıl süreyle yürüttükleri araştırmalarda kökboğazı ve daha alt kısımlarından izolasyonlar yaparak hastalığa yol açabilecek fungal populasyonları incelemişlerdir. Araştırıcılar, *B. sorokiniana* %76'lık oranla en çok izole edilen tür olarak belirlemiş, bunu *Fusarium* cinsi funguslar takip etmiştir.

Ülkemizde buğdaylarda, özellikle erken dönemde zarar oluşturan kök ve kök boğazı hastalık etmenlerinden *F. graminearum, F. culmorum* ve *B. sorokiniana*' nın ülkemizde üretimde kullanılan ve yeni geliştirilen 20 farklı buğday çeşidindeki hastalık şiddetleri ve çıkış oranlarına etkileri üzerine yapılan bir çalışmada *F. graminearum* tüm çeşitlerde

yüksek hastalık şiddeti oluşturmuştur. *B. sorokiniana* için en yüksek hastalık şiddeti %69,25 ile Mızrak çeşidinde tespit edilmiş ve diğer çeşitlerdeki hastalık şiddetleri ile arasındaki fark önemli bulunmuştur. Patojenlerin Mızrak çeşidinde çıkışa önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Demirci 2003).

Akgül (2008) tarafından yürütülen bir araştırmada, Çukurova Bölgesi buğday ekim alanlarında kök, kökboğazı ve sap çürüklüğü hastalığının durumunun ve bu hastalıkta rolü olabilen *Fusarium* türlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırmada; 135 farklı tarlada, hastalık çıkışı %8-100, hastalık şiddeti %2-33,4 oranları arasında değişim göstermiş ve örnek alınan alanların tamamında hastalığın var olduğu tespit edilmiştir. Araştırıcı, hastalıklı bitki örneklerinden *F. culmorum, F. equiseti, , F. Oxysporum, F. semitectum* ve *F. verticilloides* türlerini izole etmiş ve *Fusarium* cinsinin dokulardaki fungal flora içerisinde %29,4'lük oranla en sık rastlanan cins olduğunu vurgulamıştır.

Türkiye buğday ekim alanlarına bağlı 518 tarlada gerçekleştirdikleri 2 yıllık çalışmada kök ve kökboğazı çürüklüğünün dağılımı araştırılmıştır. Örnekleme yapılan alanların %26'sından fazlasında en az bir veya daha fazla sayıda kuraklığa bağlı sap çürüklüğü patojenine rastlanırken, bunların %14'ünü *F. culmorum,* %10'unu *B. sorokiniana,* ve %2'sini *F. pseudograminearum* türü funguslar oluşturduğu belirlenmiştir (Tunalı vd 2008).

Hastalığa karşı kullanılan mücadele stratejileri değerlendirildiğinde, biyolojik mücadele yöntemlerinin de en az kimyasal mücadele kadar başarılı olduğu ve hatta bazı araştırma sonuçlarına göre kimyasal mücadeleyi geride bıraktığı tespit edilmiştir (Hökeberg *et al.* 1997; Cook *et al.* 2002; Johansson *et al.* 2003). Ayrıca, patojenik olmayan mikroorganizmalar, özellikle bitki gelişimini uyaran rizobakterilerin özel ırklarının, bitkilerde çeşitli hastalıklara karşı sistemik dayanıklılığı uyarabileceği ve konukçuda bir kez dayanıklılığın uyarılmasından sonra, aynı konukçunun diğer hastalıklara karşı da dayanıklılık oluşabileceği bildirilmiştir (Wei *et al.* 1991; Van Loon *et al.* 1998).

Toprak patojenlerinin biyolojik mücadelesinde kök çevresindeki rizosfer ve kök yüzeyindeki mikroorganizmalar önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda biyolojik mücadele ajanı olarak en fazla kullanılan türler, *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. olup, çeşitli hastalıklara karşı üretilmiş, halen bir çok ülke'de kullanılmakta olan biopreparatları bulunmaktadır (Broadbent *et al.* 1971; Merriman *et al.* 1975; Mahaffee and Backman 1993; Cook *et al.* 1996; Dal-Soo Kim *et al.* 1997; Bora ve Özaktan 1998).

Yine bitki hastalıklarıyla biyolojik mücadelede antagonist karışımlarının kullanılmasının, doğadaki mekanizmalara daha uygun olduğu, farklı şekillerde etki mekanizmasına sahip, sıcaklık, pH ve nem'e farklı yönlerde tolerans gösteren antagonist karışımlarının, daha geniş spektrumlu bir biyokontrol aktivitesi sağlayacağı ve birden fazla patojeni engelleyebileceği de belirtilmiştir (Pierson and Weller 1994).

Tahıllarda tohuma uygulanan fungisitler sistemik aktiviteye sahip olmakla beraber, köklerden aşağıya doğru bir etkiye sahip değildir. Buna karşın *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. hem rizosferdeki güçleri ve hem de biyolojik mücadelede kullanılma yetenekleriyle öne çıkmaktadırlar. Çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar sonucunda, tohumların bakteriyle kaplanması, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarıyla etkin bir şekilde mücadele eden ve ayrıca bitkide hastalıklara karşı sistemik dayanıklılığı uyaran birden fazla hastalığa karşı da etkili olan biyopreparatlar bulunmuştur (Weller and Cook 1983).

Tarımda kimyasal pestisit ve gübrelere alternatif olarak kullanılabilecek faydalı mikroorganizmalar içerisinde bakteriler önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan araştırmalarda normal bir tarım toprağının santimetre küpünde ortalama 90 milyon bakteri, 4 milyon aktinomiset, 200 bin fungus, 30 bin alg, 5 bin protozoa ve 30 adet nematot olduğu belirtilmektedir (McMillan 2007). Bu organizmaların bitkisel üretimin en temel girdilerinden olan toprakta bu kadar yoğun bir şekilde bulunmaları asla sebepsiz değildir. Rizosfer'den elde edilen bakterilerle toprak patojenleriyle mücadelenin yanısıra, bu bakteriler tohuma uygulandıklarında, bitki gelişimini ve verim

parametrelerini de artırmaktadırlar (Kloepper *et al.* 1980; Elliot and Lynch 1984; De Freitas and Germida 1992; Dileep and Dube 1992).

Bitki köklerinin rizosfer bölgelerinde bulunan bu bakterilere bitki gelişimini teşvik eden (Plant Growth Promoting Bacteria=PGPB) bakteriler adı verilmektedir. Bu bakteriler daha çok *Acinetobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Beijerinckia, Burkholderia, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Microccocus, Paenibacillus, Pseudomonas, Rhizobium, Rhodobacter, Rhodosprilum, Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir (Vessey 2003).

PGPR bakterilerinin bitki gelişmesini teşvik mekanizmaları tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte, bu bakterilerin oksin (Jeon *et al.* 2003), sitokinin (García de Salamone *et al.* 2001), giberallin (Gutiérrez-Mañero *et al.* 2001) ve etilen (Glick *et al.* 1995) gibi bitkisel hormonları üretebildiği, asimbiyotik olarak azotu (N) fiksettiği (Şahin *et al.* 2004); mineral fosfatı (P) çözebildiği, organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği (Jeon *et al.* 2003), siderofor, antibiyotik, enzim ve fungusit bileşikler sentezleyerek veya rekabet gibi mekanizmalarla patojenere karşı antagonistik etki gösterdikleri bilinmektedir (Dobbelaere *et al.* 2002).

Daha önce belirtildiği gibi toprak kökenli fungal hastalıkların kimyasallar kullanılarak etkili bir şekilde mücadele edilmesi oldukça zordur. Bu yüzden özellikle toprak kaynaklı fungal patojenlerin kontrolüne yönelik alternatif mücadele yöntemleri içerisinde biyolojik mücadele önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan çok sayıdaki çalışmada PGPR bakterileri kullanılarak hem birçok bitki patojeni baskılanabilmekte hem de bitkide büyüme ve verim üzerinde etkili sonuçlar alınabilmektedir.

Salehpour *et al.* (2005) yaptıkları bir çalışmada; *Trichoderma viride* T112, *T. viride* (MO), *T. harzianum* (M) ve *T. harzianum* T194 izolatlarının hücre ve antifungal metabolitlerinin *B. sorokiniana* patojen fungusunun gelişmesini engellediğini, biyoajanların tohuma kodlanması ya da toprağa uygulanması ile de patojenin enfeksiyonunu buğdayda çok iyi bir şekilde engellediğini, hatta bu uygulamaların bitki

boyu, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlığında hiçbir uygulama yapılmayan kontrole göre istatistiki olarak da önemli bulunan artışlara sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Carissimi *et al.* (2009) yaptıkları bir çalışmada; toplam 86 bakteriyel strainin hücre ve hücre filtratlarını *Bipolaris sorokiniana* patojen fungusuna karşı test etmişler ve *Bacillus* sp. E164 bakteri strainine ait hücre ve hücre filtratının *Bipolaris sorokiniana* patojen fungusunun gelişmesini engellediğini tespit etmişlerdir. Bu biyoajanın aynı zamanda buğdayda kök uzunluğunda da önemli artışalar sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Zhang *et al.* (2001), tarafından yapılan bir çalışmada; *Stenotrophomonas maltophilia* C3 bakteri izolatının, kitinaz üretimi sayesinde *Bipolaris sorokiniana* patojen fungusunun gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Zhang end Yuen (1999) yaptıkları bir diğer çalışmada ise; aynı bakteri izolatının *Bipolaris sorokiniana* patojen fungusunun konidial gelişimini engellediğini ve besi ortamına colloidal kitin ilavesi ile biyoajan etkinliğinin dahada arttığını belirtmişlerdir.

Bacillus subtilis, B. cereus, B. licheniformis, B. pumilus, Brevibacillus laterosporus ve *Paenibacillus polymyxa* bakterilerinin buğdaygillerde *Septoria tritici* (*Mycosphaerella graminicola*), *Drechslera tritici-repentis* (*Pyrenophora tritici-repentis*), *Bipolaris sorokiniana* (*Cochliobolus sativus)* ve *Alternaria triticimaculans* gibi pek çok nekrotik patojenin biyoajanı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Özellikle *B. laterosporus* BLA 170 izolatının *D. tritici-repentis* ve *B. sorokiniana* patojen fungusunu etkili bir şekilde önlediğini tespit etmişlerdir (Alippi *et al.* 2000).

Fusarium culmorum ve *Bipolaris sorokiniana* patojen funguslarına karşı test ettikleri *Chaetomium* sp., *Idriella bolleyi* ve *Gliocladium roseum* türlerinden *G. roseum* kışlık buğdayda yapılan uygulamada çimlenme oranında %173 artış, *B. sorokiniana* enfeksiyonlarında %73 azalış, bitki kuru ağırlığında ise %25 artış sağladıklarını belirterek, hasat sonu yapılan değerlendirmede bin tane ağırlığında %4'lük bir artış, kışlık buğday veriminde toplamda %160 bir artış sağlandığını belirtmişlerdir (Knudsen *et al.* 1995). Bu değerler hububat için çok ciddi verim artışlarıdır. Bir faydalı

organizmanın hem bir hastalığı kontrol etmesi hem de kimyasallar gibi bitkide toksik etki göstermeyip aksine bitki gelişimi ve beslenmesi üzerine olumlu etki yapması önemle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Lysobacter enzymogenes C3 PGPR bakteri izolatının buğdayda kök bölgesine uygulandığında bitki sistemik dayanıklılığı üzerine etkili olarak *Bipolaris sorokiniana* patojen fungusunun enfeksiyonlarına karşı bitkileri dayanıklı hale getirebildiğini ancak yaprak uygulamalarının kök uygulaması gibi etkili olmadığı belirtilmiştir (Kilic-Ekici and Yuen 2004).

Bipolaris sorokiniana patojen fungusunun kontrolüne yönelik yapılan çalışmada tohum kodlaması şeklinde yapılan uygulamalarda sera denemeleri ile tarla denemeleri arasında kullanılan biyoajan izolatların etkinlikleri açısından bir ilişki olmadığını serada etkili bulunan bir izolatın tarla koşullarında etkili olmadığını belirlemiştir. Çalışmada kullanılan izolatlardan en etkilisinin tarla koşullarında hastalık gelişimini % 61 oranında baskılayabildiğini gözlemlemiştir (Duczek 1994).

Buğday kök ve kök boğazı patojenleri (*Fusarium culmorum, F. pseudograminearum, Bipolaris sorokiniana* ve *Rhizoctonia solani)'*ne karşı *Trichoderma harzianum* izolatlarının engelleme ve etkileri, steril ve doğal toprak koşullarında araştırılmıştır. Engelleme denemesinde *F. culmorum'*a karşı T10 izolatı %82,6, *F. pseudograminearum*'a T7 %72,2, *B. sorokiniana'*ya T7 %76,4, *R. solani*'ye T1 %67,8 engelleme gösterdiğini belirlemişlerdir. *T. harzianum* izolatları Kınacı 97 çeşidi buğday tohumuna kaplama şeklinde uygulandığında steril toprakta *F. culmorum*'a karşı T10 %65,6, *F. pseudograminearum*'a T4 % 51,9, *B. sorokiniana*'ya T6 % 63,5, *R. solani*'ye T5 %73 etki göstermiş, doğal toprakta *F. culmorum*'a karşı T3 %23,3, *F. pseudograminearum*'a T6 %15,8, *B. sorokiniana*'ya T6 %60,4 ve *R. solani*'ye T10 %26,8 etkili bulunmuştur (Erdurmuş ve Katırcıoğlu 2008).

Bu çalışma; *B. sorakiniana*'nın Mızrak buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde patojenitesini belirlemek, kontrollü şartlar altında hem buğday kök çürüklüğü

hastalığının engellenmesinde biyopestisit ve hem de bitki gelişiminin teşvik edilmesinde mikrobiyal gübre olarak kullanılabilecek bakteri strainlerinin tespiti amacıyla tasarlanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yararlanılan cihazlar

Çalışma esnasında aşağıdaki cihazlar kullanılmıştır.

Sterilizatör (Nüve, TÜRKİYE, FN 500, SN 303–3051)
Otoklav (Hırayama, JAPAN, HVE 50, SN 030787253)
İnkübatör (Nüve, TÜRKİYE, ES 500, SN 03–0591)
Mikroskop (Olympus, JAPAN, B x 50, ODO4368)
Hematoloji çalkalayıcısı (GERMANY, GEL–3025, SN 10365703 F)
Steril kabin (LABCAIRE)
Çalkalayıcı (Thermoshake, Gerhard, GERMANY, SN 4002319)
Su banyosu (Nüve, TÜRKİYE, ST–402, SN 02–0138)
Otomatik pipetler (Eppendorf, GERMANY)
Magnetik karıştırıcı (Nüve, TÜRKİYE, MK–418, SN 05–1083)
pH metre (Hana, PORTUGAL, HI 9321, SN 396202)
Derin dondurucu (Nuaire, U. S. A, -86 Ultralow Freezer, SN P07K–476316-PK)
Hassas terazi (Scaltec, GERMANY, SPB42, SN SPB42–90908239)
Buzdolabı (Arçelik, TÜRKİYE, 8190NF)
Saf su cihazı (Ateks, 7x35, Eu)
Mini karıştırıcı (IKA, U.S.A., M51, SN 03017581)
Sıcaklık ile nem ölçüm cihazı (Testo)
İklimlendirme odası (Digital ayarlanabilir oda)
Toprak sterilizatörü (Eryiğit)

3.1.2. Çalışmada kullanılan besi yerleri ve çözeltilerin hazırlanışı

Araştırma süresince kullanılan besi yerlerinin ve çözeltilerin hazırlanışı ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

Patates Dekstroz (PDA) Agar: Hassas terazide 40 g PDA (Difco) tartılarak 1 L dH_2O içinde çözülmüş ardından 121°C'de 15 dk süreyle otoklav edilmiştir. Steril edilen besi yeri 45°C'ye kadar soğutulduktan sonra steril petrilere dökülerek katılaşmaya bırakılmıştır (Burgess *et al.* 1994). Patojen fungus izolatının geliştirilmesinde ve bakterilerin antifungal özelliklerinin test edildiği petri çalışmalarında kullanılmıştır.

Trypticase Soy Broth Agar (TSBA): Hassas terazide 40 g TSBA (Merck) tartılarak 1 L dH_2O içinde çözülmüş, daha sonra karışım 121°C'de 15 dk süreyle otoklav edilmiştir. Steril edilen besi yeri oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Bakteri izolatlarının taze kültürlerinin elde edilmesi için kullanılmıştır.

%70'lik Etil Alkol: 70 ml etil alkol, sdH_2O ile 100 ml'ye tamamlanarak solüsyon hazırlanmış ve hazırlanan çözeti -20°C'de muhafaza edilmiştir. Dezenfeksiyon amacı ile kullanılmıştır.

%30 'luk Gliserol: 30 ml gliserol 70 ml sdH_2O'ya ilave edilerek hazırlanan karışım otoklavda 121°C'de 15 dk steril edilmiştir. Bakteri kültürlerinin muhafazasında kullanılmıştır.

3.1.3. Çalışmada kullanılan patojen fungus izolatı

Çalışmada patojen fungus olarak; Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü hububat hastalıkları laboratuvarında bulunan ve farklı bölgelerden izole edilerek virülanslıkları bakımından test edilen izolatlar arasından virülanslığı en yüksek olarak belirlenen *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) B1 izolatı kullanılmıştır.

3.1.4. Çalışmada kullanılan bakteri izolatları

Doç. Dr. Recep Kotan tarafından 1995 yılından başlayarak bugüne kadar yapılan çok sayıda araştırma sonucunda biyolojik mücadele ve bitki büyüme ajanı özelliğine sahip 7 bine yakın bakteri, ülkemizdeki çeşitli kültür ve yabani bitkilerin toprak üstü aksamı veya kök rizosferinden izole edilmiştir. Bu izolatların bir çoğu daha önce yürütülen çalışmalarda fosfat çözme, azot fiksasyonu, hormon ve amino asit üretimi bakımından test edilmiştir. Bu izolatlar klasik sistemler ve moleküler sistemlerden MIS sistemi kullanılarak tanılanmıştır. Bu izolatların birçok bakteriyel ve fungal bitki patojenine ve zararlılara karşı biyoajan ve çeşitli bitkilerde bitki büyüme ajanı olarak kullanılabilirlikleri tespit edilmiştir. Bu izolatlar Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde Mikroorganizma Kültür Kolleksiyonunda muhafaza edilmektedir. Bu çalışmada; daha önce yürütülen çalışmaların (Şekil 3.1) sonuçları da değerlendirilerek toplam 25 faklı türe ait toplam 212 izolat kullanılmıştır (Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. Bitki büyütme kabininde yürütülen ön çalışmalardan bir görünüm

Çizelge 3.1. In-vitro Petri denemelerinde *B. sorokiniana'*ya karşı antifungal etkinlikleri bakımından test edilen bakteri türleri ve bu türlere ait izolat sayıları

No	Bakteri türü	Test edilen toplam izolat sayısı
1	*Bacillus megaterium*	79
2	*Bacillus cereus*	16
3	*Brevibacillus choshinensis*	16
4	*Bacillus atrophaeus*	15
5	*Pseudomonas flourescens*	12
6	*Bacillus subtilis*	9
7	*Pseudomonas putida*	9
8	*Bacillus pumilus*	8
9	*Bacillus* sp.	8
10	*Bacillus psychrosaccharolyticus*	6
11	*Bacillus sphaericus*	6
12	*Bacillus laevolacticus*	4
13	*Bergeyella zoohelcum*	4
14	*Bacillus mycoides*	3
15	*Bacillus thuringiensis*	3
16	*Brevibacillus centrosporus*	3
17	*Bacillus coagulans*	2
18	*Pantoea agglomerans*	2
19	*Bacillus alcolophilus*	1
20	*Bacillus licheniformis*	1
21	*Bacillus oleronius*	1
22	*Bordetella bronchiseptica*	1
23	*Brevibacillus reuszeri*	1
24	*Pseudomonas agarici*	1
25	*Serretia grimesii*	1
Test edilen toplam izolat sayısı		**212**

3.1.5. Çalışmada kullanılan buğday çeşidi ve diğer materyaller

Test bitkisi olarak kök çürüklüğüne yarı hassas olan Mızrak çeşidi buğday (*Triticum aestivum*) tohumu (Demirci 2003), patojen fungus inokulasyonunda buğday kepeği, büyüme ortamı olarak plastik bardak (Çap=10 cm.), yetiştirme ortamı olarak ise elenmiş doğal tarla toprağı, kum ve yanmış çiftlik gübresi (1:1:1) kullanılmıştır.

3.1.6. Çalışmada kullanılan sıvı taşıyıcı

Daha önce yürütülen çalışmalar sonucunda; Biomarket Tarımsal Bioteknolojik Ürünler Pazarlama Sanayi ve Ticaret Limitet Şirketi adına, Gıda Tarım ve Hayvanclık Bakanlığı'dan 02.01.2013 tarih ve 5943 Tescil Numarası ile BM-MegaFlu isimli bir karışım mikrobiyal gübre tescili almıştır. Bu ürün için sıvı taşıyıcı oluşturulurken Doç. Dr. Recep Kotan tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda bakterilerin raf ömrü ve taşıyıcının bitkiye toksik etkisinin olmaması gibi özellikler de dikkate alınarak bazı organik maddeler, su ve koruyucu maddlerden oluşan bir sıvı taşıyıcı geliştirilmiştir. Bu taşıyıcının pek çok bakteri için çok uygun bir sıvı taşıyıcı olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada da bahsedilen ticari ürün için geliştirilen sıvı taşıyıcı kullanılmış olup; taşıyıcıda kullanılan maddeler ürünün içeriğinin gizliliği açısından verilmemiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmada kullanılan bakteri ve fungus kültürlerinin muhafazası

Her bakterinin 24 sa'lik saf kültüründen bir öze dolusu alınarak, içerisinde 500 µl %30'luk glycerol ve 500 µl LB Broth (1 L dH_2O'ya 10 g tryptone, 10 g NaCl ve 5 g yeast extract ilave edilerek hazırlanmıştır) bulunan eppendorf tüplere aktarılarak etiketlenmiş ve karıştırıcıda karıştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere –80°C'de muhafaza edilmiştir. Patojen fungus ise yatık agarda hazırlanan PDA besi ortamında geliştirilerek buzdolabında daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere saklanmıştır.

3.2.2. İn vitroda engelleme denemesi

Çizelge 2.1'de verilen 25 faklı bakteri türene ait toplam 212 bakteri izolatının patojen fungus *B. sorokiniana*'ya karşı antifungal özelliklerinin belirlenmesi için Potato Dextrose Agar (PDA) besi yeri içeren Petriler kullanılmıştır. Bunun için *B. sorokiniana* patojen fungusu PDA besi ortamında 24ºC'de 15 sa aydınlık 9 sa karanlık şartlarda geliştirilmiştir. Petri yüzeyinden spor hasadı yapılmış, sdH_2O ile süspanse edilerek spor konsantrasyonu $1x10^5$ spor/ml'ye ayarlanmıştır. Potansiyel biyoajan bakteri kültürleri ise dondurucudan çıkarılarak Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere ekilmiş, 27°C'de inkübasyona bırakılarak 24 saatlik taze kültürleri elde edilmiştir. Gelişen taze bakteri kültürlerinden steril swap ile alınarak sdH_2O ile süspanse edilmiş ve hücre konsantrasyonu $1x10^8$ hücre/ml'ye ayarlanmıştır. Patojen fungusun spor süspansiyonundan 100 µl alınarak PDA besi ortamına pipetle aktarılmış ve steril cam bagetle petri yüzeyine yayılmıştır. Patojen inokule edilen bu petrilerin tam ortasına boş bir disk (Oxoid) konularak test edilecek bakteri kültürlerinden pipetle alınan 15 µl bakteri süspansiyonu bu diske emdirilmiştir. Kültürler parafilmle kaplanarak 24ºC'de 15 sa aydınlık 9 sa karanlık şartlarda 7 gün geliştirilmiştir. Bakteri kodlu diskin etrafında oluşan inhibasyon zonu ölçülerek değerlendirme yapılmıştır. Her bakteri 3 petride test

edilmiş ve bu 3 petriden elde edilen değerler yardımıyla biyoajanın oluşturduğu ortalama inhibasyon zonu belirlenmiştir.

3.2.3. Aday biyoajanların buğday gelişimi ve hastalık gelişimi üzerine etkileri

Antifungal özellikleri bakımından Petri denemelerinde test edilen toplam 212 bakteri izolatı içerisinden seçilen 39 bakteri izolatı buğdayda plastik pet bardaklarda buğday bitkisinin gelişimi ve hastalık şiddeti üzerine etkinlikleri bakımından test edilmiştir. Saksı denemeleri Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsünün iklim odasında yürütülmüştür (Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.2. Buğday kepeğinde inokulum hazırlanması



Şekil 3.3. Denemelerin yürütüldüğü iklim odası



Şekil 3.4. İklim odasındaki saksılar

Buğday tohumları %2'lik sodyum hipoklorit ile 3 dakika bekletilerek, yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş, steril saf sudan geçirildikten sonra, steril kurutma kağıtları arasında fazla suları alınmıştır.

Her bir uygulama için 4 plastik bardak kullanılmış ve uygulamalar rastgele dağıtılmıştır. Bakteri izolatları verilmeden sadece patojen ile bulaşık toprağa tohum ekilen saksılar da kontrol olarak kullanılmıştır.

Potansiyel biyoajan bakteri kültürleri dondurucudan çıkarılarak Nutrient Agar (NA) besi ortamı içeren petrilere ekilmiş, 27°C'de 24 sa inkübasyona bırakılarak taze kültürleri elde edilmiştir. Gelişen taze bakteri kültürlerinden steril swap ile alınarak sdH_2O ile süspanse edilmiş ve hücre konsantrasyonu $1x10^8$ hücre/ml'ye ayarlanmıştır. Bu süspansiyondan 100 ml alınarak 1 L sıvı taşıyıcıya aktarılmıştır. Yatay çalkalayıcı inkübatörde 27°C'de 3 gün inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra bu biyoformülasyonlar 50 kat musluk suyu ile seyreltilerek yapıştırıcı olarak 1/100 (kg/L) oranında toz şeker ilave edilmiştir. İçerisine buğday tohumları atılarak yine yatay çalkalayıcı inkübatörde tohum kodlaması yapılmıştır.

Patojen inokulumu hazırlamak amacıyla, 1000 ml'lik şişelerde 300 gr buğday kepek kültürü hazırlanmıştır. Saf su ile nemlendirilen kültür, otoklavda 1 atm. basınç altında, 121ºC'de 20 dakika bir gün arayla 2 defa sterilize edilmiştir. İnokulumda kullanılan patojen *B. sorokiniana* PDA besiyerinde 24ºC'de 7 gün geliştirilmiş, steril su ilave edilmiş hif ve sporlar iyice kazınarak buğday kepek kültürüne aktarılmıştır. 15 gün, 24ºC'de 14 saat ışık ve 10 saat karanlık koşullarda inkubasyona bırakılmıştır (Şekil 2.1). Bu kültürler, daha sonra denemenin yapılacağı toprağa %5 oranında karıştırılarak patojenle bulaşık topraklar elde edilmiştir (Uçkun ve Yıldız 2004).

Denemede doğal tarla toprağı, kum ve yanmış çiftlik gübresi (1:1:1 oranında) iki defa steril edilmiş karışım kullanılmıştır. *B. sorokiniana* ile bulaştırılmış toprak saksılara doldurulmuş, 10 gün süre ile saksılarda yayılması bekledikten sonra, sıvı taşıyıcıda geliştirilen biyoajan bakteri kültürleri ile kodlanmış tohumlar saksı başına 6 adet ve 3 cm derinliğe patojen ile bulaşık toprak içeren saksılara ekilmiştir. Ancak 20 gün sonra saksılardaki çimlenen bitki sayısı 4'e indirilmiştir. Bitkiler iklim odasında 35000 lx ışık şiddetinde, 14 saat aydınlık 10 saat karanlık fotoperiyod koşullarında, 25/20±2ºC

(gündüz/gece) sıcaklıkta, %50–60±5 nemde geliştirilmiş ve düzenli olarak sulanmıştır (Ekmekçi and Terzioglu 1998).

Bitkilerin çıkışı ile beraber düzenli olarak gözlem yapılmış ve 4 hafta sonra saksılardaki bitkilerin kökleri çekilerek toprakları yıkanmış ve bitki boyu (cm), yaprak sayısı, kök sayısı ve toplam yaş ağırlık (gr) değerlendirilmiştir. Ayrıca 0-7 skalasına (Aktaş 2001) göre her bir bitkide *B. sorokiniana'*nın oluşturduğu hastalık oranının değerlendirmesi yapılmıştır (Çizelge 3.2). Bu bitkiler 60ºC'ye ayarlı etüvde 48 sa bekletilerek kuru gövde ve kök ağırlıkları (gr) tartılmıştır.

Çizelge 3.2. Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü skalası (Aktaş 2001)

Skala değeri	Hastalığın tanımı	%
0	Sağlam	0
1	Hafif kahverengi	1 – 15
3	Orta derecede kahverengileşme (1. yaprak kınına kadar ilerlemiş)	16 – 40
5	Şiddetli kahverengileşme	41 – 70
7	Bitki ölmüş	71- 100

Hastalık şiddeti Tawsend-Heuberger formülü ile hesaplanmıştır (Karman 1971).
Tawsend-Heuberger formülü:

Hastalık Şiddeti (%) = [Σ (n.V) / Z.N]

n : skalada farklı hastalık derecelerine isabet eden örnek adedi
V: skala değeri
Z: en yüksek skala değeri
N: gözlem yapılan toplam örnek adedi

Uygulamaların yüzde etkileri ise Abbott formülü ile hesaplanmıştır.

Yüzde etki = [Kontrol hastalık – Uygulama hastalık] / Kontrol hastalık X 100

İçerisinde 4 adet bitki olan her bir saksı 1 tekerrür olarak alınmıştır. Her bir bitkideki lezyonun kökteki oranı 0-7 skalasına göre gruplandırılmıştır. Daha sonra her tekerrürde (4 adet bitki) Tawsend-Heuberger formülü yardımıyla hastalık şiddeti (%) belirlenmiştir. Elde edilen hastalık şiddetlerine açı transformasyonu yapıldıktan sonra, kontrolle hastalık şiddetleri arasında fark olup olmadığını tespit etmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Fark tespit edildikten sonra her bir izolatın hastalık şiddetine olan etkisini tespit için Abbott formülünden yararlanılmıştır. Etkiler arasında farkı belirlemek için tekerrürler bazında elde edilen etki değerlerine açı transformasyonu uygulandıktan sonra varyans analizi yapılmıştır. İzolatlar arasındaki gruplandırma için Duncan çoklu aralık testi kullanılmıştır.

3.2.4. İstatistik analizler

İstatik analizler IBM.SPSS 20 programı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Ward yöntemine göre hiyerarşik sınıflandırma analizine tabi tutulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. İn-vitro Petri Denemelerinin Sonuçları

Petri denemelerinde patojen fungusa karşı antifungal özellikleri bakımından test edilen toplam 25 farklı türe ait 212 izolatın etkili izolat sayıları ve oluşturdukları minimum-maksimum inhibasyon zon değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre toplam 121 izolatın 12 ile 41 mm arasında inhibasyon zonu oluşturdukları tespit edilmiştir (Şekil 4.1). *Bacillus zoohelcum*, *B. thuringiensis*, *B. alcolophilus*, *B. licheniformis*, *B. oleronius*, *B. bronchiseptica* ve *B. reuszeri* türlerine ait toplam 12 izolatın etkisiz olduğu belirlenirken; diğer türlere ait bakteri izolatlarının büyük oranda etkili bulunduğu ve fungusa karşı değişen oranlarda inhibasyon zonu oluşturdukları belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Bakterilerin oluşturdukları inhibasyon zonları

Çizelge 4.1. In-vitro Petri denemelerinde *B. sorokiniana'*ya karşı test edilen bakteri türlerinin etkili izolat sayıları ve oluşturdukları inhibasyon zonları

Test edilen bakteri türleri	Toplam izolat sayısı	Etkili izolat sayısı	Minimum-maksimum İnhibasyon zonu (mm)
Bacillus megaterium	79	48	12-40
Bacillus cereus	16	9	13-41
Brevibacillus choshinensis	16	8	13-39
Bacillus atrophaeus	15	12	12-40
Pseudomonas flourescens	12	6	20-40
Bacillus subtilis	9	8	30-40
Pseudomonas putida	9	3	17-20
Bacillus pumilus	8	6	14-40
Bacillus sp.	8	3	16-23
Bacillus psychrosaccharolyticus	6	3	20-37
Bacillus sphaericus	6	2	15-21
Bacillus laevolacticus	4	4	13-38
Bacillus mycoides	3	3	12-40
Brevibacillus centrosporus	3	1	35-37
Bacillus coagulans	2	1	40-42
Pantoea agglomerans	2	2	40-40
Pseudomonas agarici	1	1	15-16
Serretia grimesii	1	1	15-16
Bergeyella zoohelcum	4	0	0
Bacillus thuringiensis	3	0	0
Bacillus alcolophilus	1	0	0
Bacillus licheniformis	1	0	0
Bacillus oleronius	1	0	0
Bordetella bronchiseptica	1	0	0
Brevibacillus reuszeri	1	0	0
Toplam sayı	**212**	**121**	

4.2. İn-vitro Petri Denemelerinde Etkili Bulunan İzolatlar

İn-vitro Petri denemelerinde patojen fungusa karşı etkili olduğu belirlenen izolatlar arasından azot fiksasyonu ve fosfat çözebilme özellikleride dikkate alınarak saksı denemelerinde kullanılmasına karar verilen bakteri izolatları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; 14 *B. megaterium*, 7 *B. subtilis*, 5 *B. pumilus*, 2 *B. atrophaeus*, 2 *P. agglomerans*, 1 *A. xylosoxidans*, 1 *B. laevolacticus*, 1 *B. choshinensis*, 1 *C. turbata*, 1 *P. lentimorbus*, 1 *P. polymyxa*, 1 *P. agarici* ve 1 *P. fluorescens* olmak üzere toplam 39

bakteri izolatı in-vivo saksı denemeleri için seçilmiştir. Seçilen bu bakteri izolatlarının azot fiksasyonu, fosfatı çözebilme ve antifungal aktivite özelliklerinden en az bir yada bir kaçını bir arada gösterebilme özelliğinde oldukları görülmektedir.

Çizelge 4.2. In-vitro Petri denemelerinde *B. sorokiniana'*ya karşı etkili bulunan bakteri izolatlarının lokasyon, konukçu, azot fiksasyonu, fosfatı çözebilme ve patojene karşı oluşturdukları inhibasyon zonları (IZ=mm)

İzolat no	MIS tanı sonucu	SIM	Lokasyon	Konukçu	N	P	IZ
FDG-37	*Pseudomonas fluorescens*	0.563	Erzurum	Baklagil	+	+	40
KBA-10	*Bacillus megaterium*	0.776	Erzurum	Kayısı	K	+	40
RK-79	*Pantoea agglomerans*	0.762	Oltu-Erzurum	Elma	+	+	41
RK-92	*Pantoea agglomerans*	0.889	Şenkaya-Erzurum	Armut	+	K	40
TV- 20E	*Bacillus megaterium*	0.519	Tendürek/Van	Buğdaygil	+	-	30
TV- 40D	*Bacillus atrophaeus*	0.472	Çakırbey /Van	Buğdaygil	K	Z	35
TV- 57A	*Bacillus megaterium*	0.628	Çakırbey/Van	Buğdaygil	+	-	38
TV- 59D	*Bacillus megaterium*	0.504	Çakırbey/Van	Taraxacum	K	-	38
TV- 61C	*Bacillus megaterium*	0.624	Çakırbey/Van	Buğdaygil	+	-	27
TV- 6D	*Bacillus megaterium*	0.750	Ulupamir/Van	Buğdaygil	+	+	40
TV- 96B	*Bacillus laevolacticus*	0.429	Tendürek/Van	Buğdaygil	+	-	13
TV-103B	*Bacillus megaterium*	0.514	Tendürek/Van	Buğdaygil	K	-	32
TV-12H	*Bacillus subtilis*	0.744	Ulupamir /Van	Buğdaygil	K	-	30
TV-13B	*Bacillus subtilis*	0.687	Tendürek/Van	Ahududu	K	Z	37
TV-13C	*Bacillus megaterium*	0.595	Tendürek/Van	Ahududu	+	Z	35
TV-22B	*Bacillus megaterium*	0.431	Tendürek/Van	Adaçayı	K	Z	39
TV-30C	*Paenibacillus lentimorbus*	0,729	Zeve Şahitl./Van	Buğdaygil	K	+	13
TV-32C	*Bacillus megaterium*	0.474	Zeve Şahitl./Van	Buğdaygil	+	Z	30
TV-3C	*Bacillus pumilus*	0.464	Ulupamir/Van	Çavdar	+	-	40
TV-3D	*Bacillus megaterium*	0.563	Ulupamir/Van	Çavdar	K	+	40
TV-53D	*Brevibacillus choshinensis*	0.689	Çakırbey/Van	Taraxacum	K	K	30
TV-54A	*Cellulomonas turbata*	0,597	Çakırbey/Van	Buğdaygil	K	-	13
TV-56F	*Bacillus megaterium*	0.457	Çakırbey/Van	Buğdaygil	+	+	29
TV-67C	*Bacillus pumilus*	0.630	Tendürek/Van	Ahududu	-	-	35
TV-6E	*Achromobacter xylosoxidans*	0,717	Ulupamir/Van	Buğdaygil	K	+	13
TV-6F	*Bacillus subtilis*	0.831	Ulupamir/Van	Buğdaygil	K	-	37
TV-71C	*Pseudomonas agarici*	0,345	Tendürek/Van	Sedum	Z	Z	13
TV-73A	*Bacillus pumilus*	0.650	Tendürek/Van	Buğdaygil	K	+	37
TV-73F	*Bacillus pumilus*	0.594	Çaldıran/Van	Buğdaygil	K	Z	36
TV-77B	*Bacillus subtilis*	0.483	Tendürek/Van	Buğdaygil	K	-	36
TV-83A	*Bacillus pumilus*	0.568	Tendürek/Van	Maydanoz	K	-	14
TV-83D	*Bacillus atrophaeus*	0,460	Tendürek/Van	Maydanoz	K	-	13
TV-87A	*Bacillus megaterium*	0.467	Tendürek/Van	Şekr panc.	+	-	30
TV-89E	*Bacillus subtilis*	0.690	Tendürek/Van	Glayöl	K	-	36
TV-91C	*Bacillus megaterium*	0.474	Tendürek/Van	Buğdaygil	+	Z	24
TV-93B	*Bacillus subtilis*	0.732	Tendürek/Van	Pancar	K	-	38
BFT	*Bacillus megaterium*	0.776	Erzurum	Buğdaygil	+	Z	12
BRT	*Bacillus megaterium*	0.654	Erzurum	Buğdaygil	+	Z	12
RO	*Bacillus megaterium*	0.446	Erzurum	Buğdaygil	+	Z	12

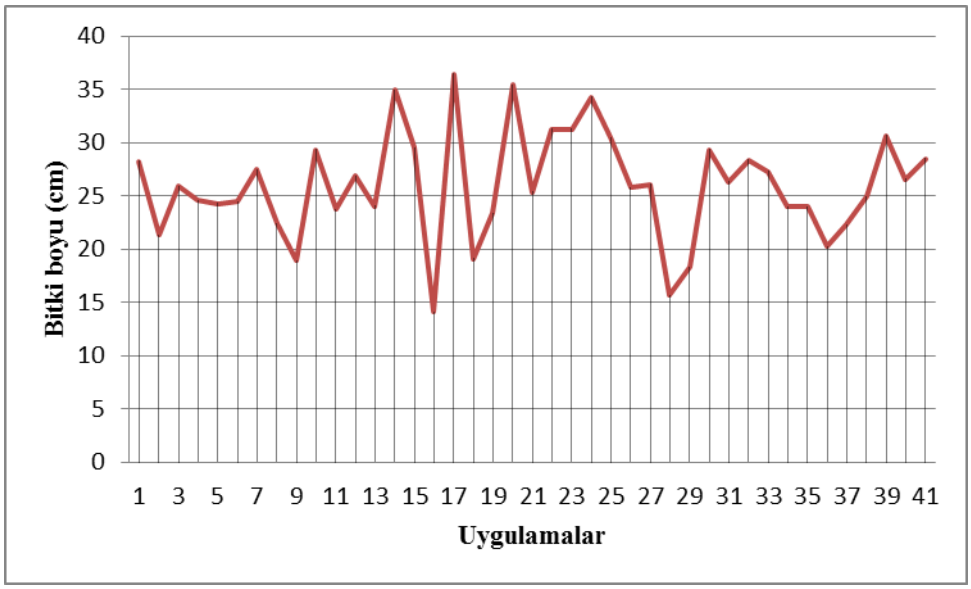
4.3. İn-vivo Saksı Denemelerinde Test Edilen Bakterilerin Bitki Büyümesi Üzerine Etkileri

Saksı denemelerinde uygulamaların bitki gelişimi üzerine etkileri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan köklendirici ve biyoajan bakteri izolatlarının bitki gelişimi üzerine etkinliği

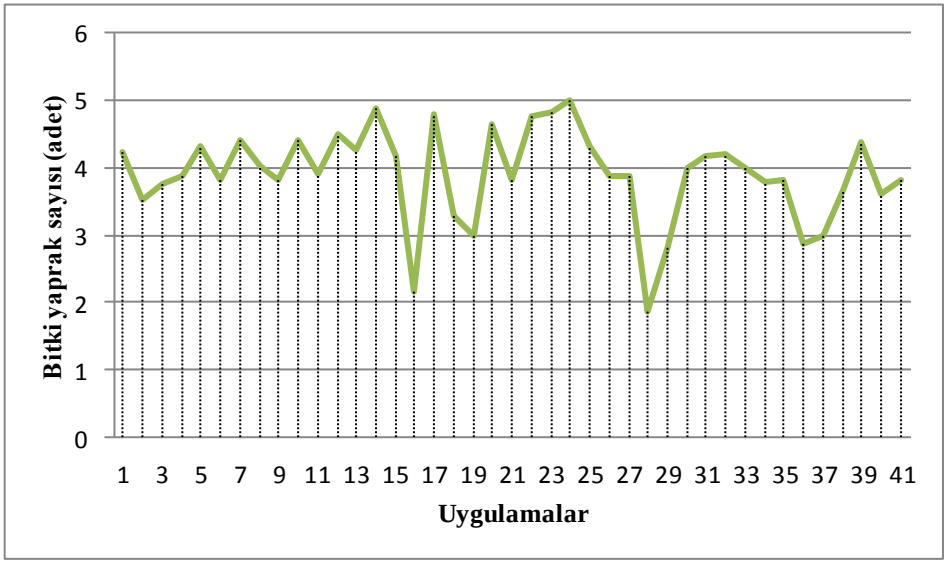
No	İzolat	Bakteri türü	Bitki Boyu (cm)	Yaprak sayısı (adet)	Kök sayısı (adet)	Yaş ağırlık (g/bitki)	Toplam kuru kök ağırlığı (g)	Toplam kuru gövde ağırlığı (g)
1	TV 103B	*B. megaterium*	28,24	4,24	5,22	0,330	0,017	0,122
2	BRT	*B. megaterium*	21,33	3,52	4,22	0,160	0,013	0,076
3	TV 61C	*B. megaterium*	25,87	3,75	4,75	0,255	0,020	0,121
4	TV 6E	*A. xylosoxidans*	24,58	3,87	4,29	0,257	0,011	0,061
5	TV 87A	*B. megaterium*	24,24	4,33	5,41	0,280	0,012	0,078
6	TV 54A	*C. turbata*	24,43	3,81	4,68	0,232	0,025	0,129
7	TV 73A	*B. pumilus*	27,45	4,41	5,33	0,352	0,024	0,134
8	TV 67C	*B. pumilus*	22,37	4,03	4,70	0,235	0,021	0,116
9	TV 77B	*B. subtilis*	18,91	3,81	5,20	0,176	0,011	0,064
10	TV 3D	*B. megaterium*	29,33	4,41	5,33	0,383	0,018	0,112
11	TV 93B	*B. subtilis*	23,70	3,91	4,83	0,236	0,015	0,075
12	TV 73F	*B. pumilus*	26,87	4,50	5,25	0,382	0,011	0,068
13	TV 89E	*B. subtilis*	24,00	4,25	4,25	0,272	0,006	0,031
14	TV 56F	*B. megaterium*	34,93	4,87	6,31	0,605	0,020	0,123
15	TV 53D	*B. choshinensis*	29,52	4,18	4,89	0,435	0,025	0,167
16	RO	*B. megaterium*	14,10	2,16	5,25	0,107	0,005	0,026
17	TV 3C	*B. pumilus*	36,43	4,79	5,25	0,757	0,034	0,217
18	TV 59D	*B. megaterium*	19,10	3,29	4,39	0,183	0,016	0,102
19	TV 57A	*B. megaterium*	23,33	3,00	5,33	0,265	0,086	0,079
20	RK-79	*P. agglomerans*	35,41	4,66	4,58	0,530	0,020	0,100
21	TV 13C	*B. megaterium*	25,33	3,83	4,33	0,360	0,020	0,118
22	TV 22B	*B. megaterium*	31,25	4,75	5,08	0,476	0,027	0,176
23	TV 83D	*B. atrophaeus*	31,25	4,83	5,50	0,652	0,018	0,092
24	TV 91C	*B. megaterium*	34,24	4,99	5,00	0,695	0,037	0,246
25	TV 71C	*P. agarici*	30,49	4,33	4,91	0,451	0,021	0,120
26	TV 40D	*B. atrophaeus*	25,75	3,87	4,68	0,357	0,023	0,133
27	TV 32C	*B. megaterium*	26,08	3,87	4,58	0,467	0,016	0,097
28	BFT	*B. megaterium*	15,62	1,87	3,87	0,040	0,004	0,023
29	TV 13B	*B. subtilis*	18,27	2,81	5,08	0,140	0,019	0,105
30	TV 6F	*B. subtilis*	29,33	4,00	4,16	0,292	0,011	0,093
31	FDG-37	*P. fluorescen*	26,30	4,18	5,22	0,282	0,023	0,142
32	TV 6D	*B. megaterium*	28,35	4,20	5,35	0,342	0,030	0,188
33	TV 30C	*P. lentimorbus*	27,25	4,00	4,00	0,297	0,013	0,090
34	TV 83A	*B. pumilus*	23,95	3,79	4,54	0,220	0,011	0,073
35	KBA-10	*B. megaterium*	23,99	3,83	4,72	0,237	0,012	0,102
36	TV 12H	*B. subtilis*	20,25	2,87	3,87	0,127	0,004	0,030
37	TV 96B	*B. laevolacticus*	22,25	3,00	4,25	0,165	0,011	0,060
38	TV 20E	*B. megaterium*	24,93	3,66	4,47	0,227	0,015	0,092
39	RK-92	*P. agglomerans*	30,66	4,37	5,66	0,432	0,022	0,150
40	Kontrol	Sadece patojen	26,56	3,62	4,93	0,262	0,024	0,158
41	Kontrol	Sıvı taşıyıcı	28,50	3,83	5,18	0,272	0,020	0,121

Bu sonuçlara göre; Şekil 4.2'de görüldüğü gibi, bitki boyu kontrol olarak kullanılan sıvı taşıyıcının uygulandığı bitkilerde 28,50 cm, sadece patojen uygulamasında 26,56 cm olurken; diğer uygulamalarda bitki boyu 14,10 cm ile 36,43 cm arasında değişmiştir. Bitki boyundaki en büyük artış 17 nolu *B. pumilus* TV3C (36,43 cm) uygulamasından elde edilmiş ve bunu sırası ile *P. agglomerans* RK-79 (35,41 cm), *B. megaterium* TV-56F (34,93 cm) ve *B. megaterium* TV91C (34,24 cm) takip etmiştir.



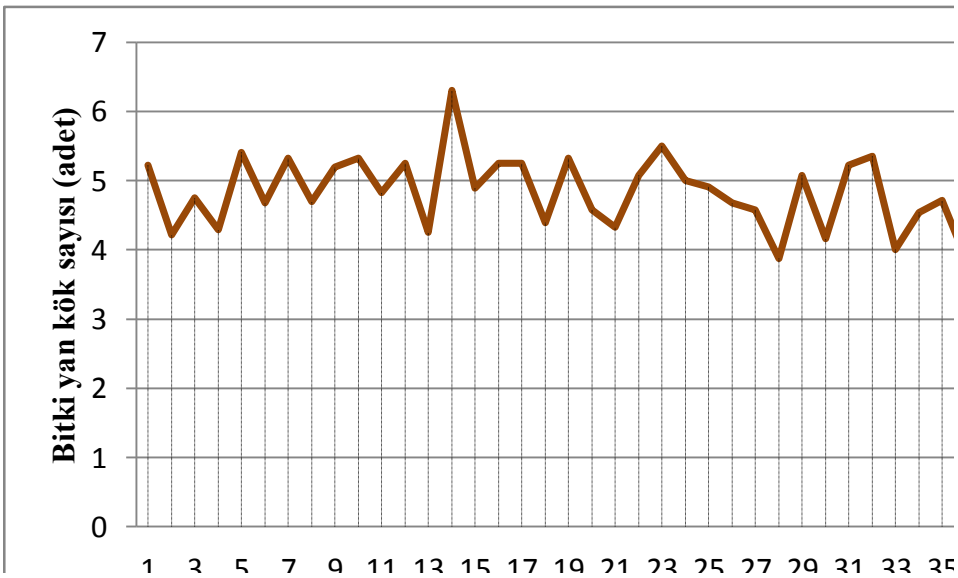
Şekil 4.2. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki boyu üzerine etkileri

Ortalama yaprak sayısı sıvı taşıyıcının uygulandığı ve sadece patojen uygulamasında 3,83 ve 3,62 adet olurken; diğer uygulamalarda bu sayı 1,87 ile 4,99 adet arasında değişmiştir. Şekil 4.3'de görüldüğü gibi, bitki yaprak sayısındaki en büyük artış 24 numaralı *B. megaterium* TV-91C (4,99 adet) uygulamasından elde edilmiş ve bunu sırası ile *B. megaterium* TV-56F (4,87 adet), *B. atrophaeus* TV-83D (4,83 adet) ve *B. pumilus* TV-3C (4,79 adet) takip etmiştir.



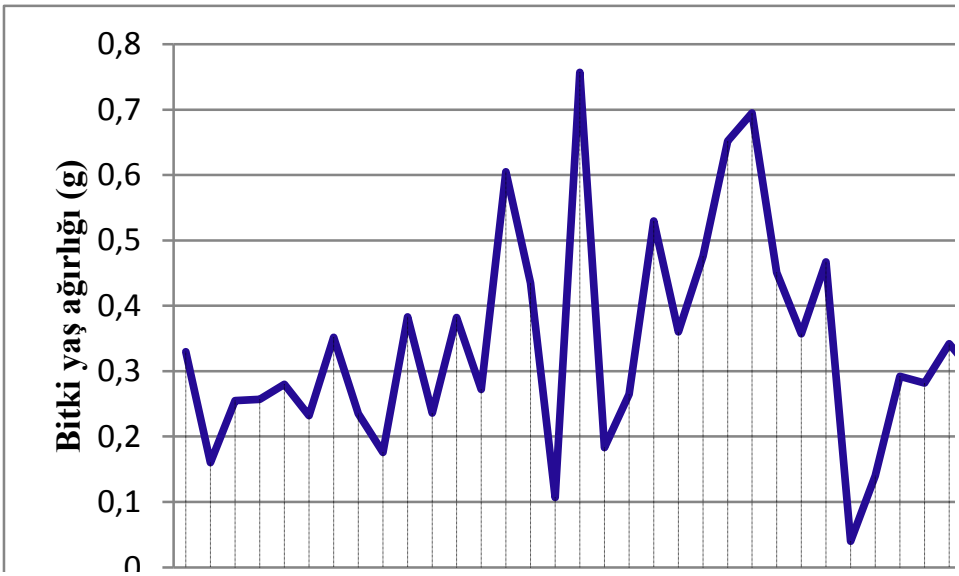
Şekil 4.3. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki yaprak sayısı üzerine etkileri

Bitki yan kök sayısı sıvı taşıyıcı uygulamasında 5,18 adet, sadece patojen uygulamasında 4,93 adet olmuştur. Diğer uygulamalarda bu sayı 3,87 ile 5,66 adet arasında değişmiştir. Şekil 4.4'de görüldüğü gibi, kök sayısındaki en büyük artış 14 numaralı *B. megaterium* TV-56F (6,31 adet) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırası ile; *P. agglomerans* RK-92 (5,66 adet), *B. atrophaeus* TV-83D (5,50 adet) ve *B. megaterium* TV-87A (5,41 adet) izlemiştir.



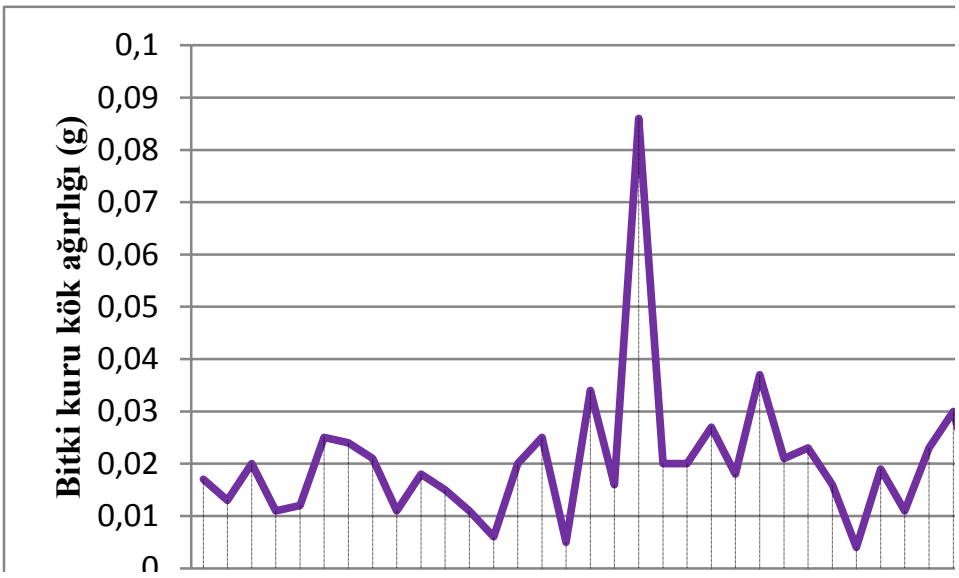
Şekil 4.4. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki yan kök sayısı üzerine etkileri

Yaş ağırlık değerleri sıvı taşıyıcı ve sadece patojen uygulamasında sırası ile 0,272 ve 0,262 g olmuştur. Şekil 4.5'de görüldüğü gibi, maksimum yaş ağırlık 17 numaralı *B. pumilus* TV-3C (0,757 g) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırası ile *B. megaterium* TV-91C (0,695 g), *B. atrophaeus* TV-83D (0,652 g) ve *B. megaterium* TV-56F (0,605 g) takip etmiştir.



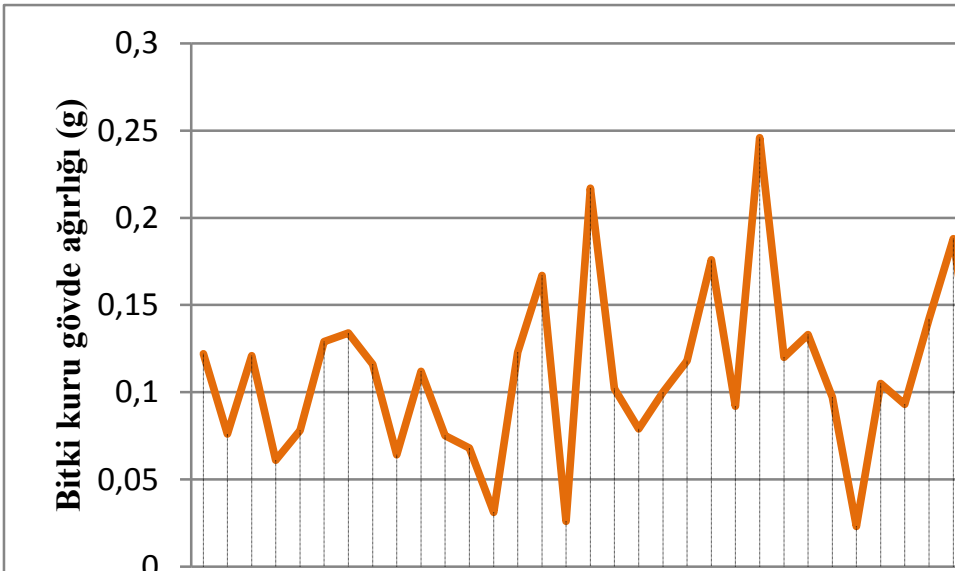
Şekil 4.5. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki yaş ağırlığı üzerine etkileri

Kuru kök ağırlığı sıvı taşıyıcıda 0,020 g ve sadece patojen uygulamasında ise 0,024 g olmuştur. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, maksimum kuru kök ağırlığı ise 19 numaralı *B. megaterium* TV-57A (0,086 g) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırası ile *B. megaterium* TV-91C (0,037 g), *B. pumilus* TV-3C (0,034 g) ve *B. megaterium* TV-22B (0,027 g) takip etmiştir.



Şekil 4.6. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki kuru kök ağırlığı üzerine etkileri

Kuru gövde ağırlığı ise; sıvı taşıyıcıda 0,121 g, sadece patojen uygulamasında ise 0,158 g olmuştur. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi, maksimum kuru gövde ağırlığı 24 numaralı *B. megaterium* TV-91C (0,246 g) uygulamasından elde edilmiş bunu sırası ile *B. pumilus* TV-3C (0,217 g), *B. megaterium* TV-6D (0,188 g) ve *B. megaterium* TV-22B (0,176 g) takip etmiştir.



Şekil 4.7. Saksı denemelerinde uygulamaların bitki kuru gövde ağırlığı üzerine etkileri

Patojene karşı etki değerlendirmesi ve hastalık şiddeti değerlendirmesi Çizelge 4.4'de verilmiştir. Aktaş (2001)'e göre oluşturulan hastalık skalası ile ilgili görsel ise Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Aktaş (2001)'e göre oluşturulan hastalık skalası ile ilgili görsel

Bu skalaya göre değerlendirme yapılarak sonuçlar kaydedilmiş ve analize tabi tutulmuştur. Bu sonuçlara göre; patojene karşı etki değerlendirmesinde en düşük etki ortalama 0,00'lık değer ile *B. subtilis* TV-12H ve *B. megaterium* BFT uygulamasından elde edilirken, en yüksek değer 79,39 ile *B. megaterium* TV-6D uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırası ile; *B. subtilis* TV-93B (78,39), *B. pumilus* TV-3C (75,90), *B. choshinensis* TV-53D (70,66), *B. megaterium* TV-56F (70,31) ve *P. fluorescens* FDG-37 (66,39) takip etmiştir. Patojene karşı hastalık şiddeti değerlendirmesinde ise; en düşük hastalık oranı ortalama 20,23 değer ile *B. megaterium* TV-6D uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırası ile; *B. subtilis* TV-93B (21,44), *B. megaterium* TV-56F (26,70), *B. choshinensis* TV-53D (29,04), *B. pumilus* TV-3C (31,44) ve *P. fluorescens* FDG-37 (32,73) izlemiştir.

Çizelge 4.4. Saksı denemelerinde bakteri izolatlarının (PGPR) *B. sorokiniana*'yı etki ve hastalık şiddeti değerlendirmesi (F=4,442; p<0,01)

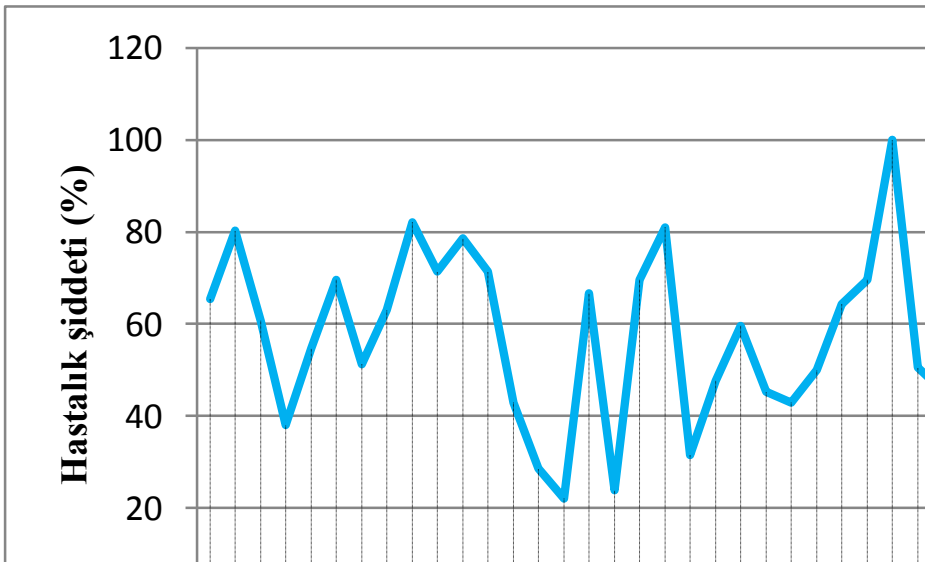
No	İzolat No	İzolat No	Patojene karşı etki değerlendirmesi				Patojene karşı hastalık şiddeti değerlendirmesi			
			n	Minimum Maksimum	Ortalama± Std. Hata	Gurup	n	Minimum Maksimum	Ortalama± Std. Hata	Gurup
1	TV 103B	*B. megaterium*	4	14,29-57,15	32,90±8,92	c-j	4	42,85-85,71	65,47±8,99	b-ı
2	BRT	*B. megaterium*	4	0,00-28,58	17,77±6,17	g-k	4	71,42-100,00	80,35±6,76	a-f
3	TV 61C	*B. megaterium*	4	28,58-57,15	37,79±6,74	a-j	4	42,85-71,42	60,71±6,84	b-k
4	TV 6E	*A. xylosoxidans*	4	28,58-85,72	60,53±14,80	a-e	4	14,28-71,42	38,09±14,29	g-k
5	TV 87A	*B. megaterium*	4	0,00-66,67	45,24±15,25	a-j	4	33,33-100,00	54,76±15,25	b-k
6	TV 54A	*C. turbata*	4	19,05-35,72	28,73±3,54	c-j	4	71,42-100,00	78,57±7,15	a-f
7	TV 73A	*B. pumilus*	4	5,26-76,20	46,56±15,97	a-ı	4	23,80-85,71	51,19±14,07	c-k
8	TV 67C	*B. pumilus*	3	28,58-47,62	37,68±5,51	a-j	3	52,38-71,42	60,31±5,72	b-k
9	TV 77B	*B. subtilis*	4	0,00-28,58	15,61±7,57	h-k	4	71,42-100,00	82,14±6,84	a-d
10	TV 3D	*B. megaterium*	4	21,06-28,58	26,70±1,88	d-j	4	71,42-71,42	71,42±0,00	b-h
11	TV 93B	*B. subtilis*	4	71,26-85,72	78,39±3,34	a	4	0,00-28,58	21,44±7,15	f-k
12	TV 73F	*B. pumilus*	4	21,86-42,86	29,50±3,68	c-j	4	71,42-71,42	71,42±0,00	b-h
13	TV 89E	*B. subtilis*	3	21,06-85,72	45,12±20,42	a-ı	3	14,28-71,42	52,37±19,05	c-k
14	TV 56F	*B. megaterium*	4	52,64-85,72	70,31±8,95	a-d	4	21,06-28,58	26,70±1,88	d-j
15	TV 53D	*B. choshinensis*	4	42,86-90,48	70,66±10,01	a-c	4	9,52-57,14	29,04±10,11	ı-k
16	RO	*B. megaterium*	4	5,26-71,43	31,08±14,28	c-j	4	28,57-85,71	66,66±13,04	b-ı
17	TV 3C	*B. pumilus*	4	47,62-85,72	75,90±7,29	ab		14,36-62,38	31,44±10,20	g-k
18	TV 59D	*B. megaterium*	4	21,06-42,86	28,50±3,95	c-j	4	57,14-78,57	69,99±3,50	b-ı
19	TV 57A	*B. megaterium*	2	0,00-38,10	19,05±19,05	ı-k	2	61,90-100,00	80,95±19,05	a-c
20	RK-79	*P. agglomerans*	4	35,72-85,72	68,08±11,62	a-e	4	14,28-64,28	31,54±11,80	g-k
21	TV 13C	*B. megaterium*	2	28,58-76,20	52,39±23,81	a-g	2	23,80-71,42	47,61±23,81	d-k
22	TV 22B	*B. megaterium*	3	21,06-64,29	37,98±13,33	a-j	3	35,71-71,42	59,52±11,90	b-k

Çizelge 4.11 (devam)

No	İzolat No	İzolat No	Patojene karşı etki değerlendirmesi				Patojene karşı hastalık şiddeti değerlendirmesi			
			n	Minimum Maksimum	Ortalama± Std. Hata	Gurup	n	Minimum Maksimum	Ortalama± Std. Hata	Gurup
23	TV 83D	*B. atrophaeus*	4	19,05-85,72	54,39±17,76	a-g	4	14,28-80,95	45,23±17,98	f-k
24	TV 91C	*B. megaterium*	3	42,10-85,72	58,48±13,71	a-f	3	14,28-52,38	39,68±12,70	g-k
25	TV 71C	*P. agarici*	4	19,05-63,16	49,13±10,13	a-ı	4	33,33-80,95	50,00±10,56	c-k
26	TV 40D	*B. atrophaeus*	4	28,58-42,86	34,22±3,48	b-j	4	57,14-71,42	64,28±4,12	b-j
27	TV 32C	*B. megaterium*	4	0,00-60,53	34,97±11,07	c-j	4	35,71-100,00	64,28±11,52	b-ı
28	BFT	*B. megaterium*	4	0,00-0,00	0,00±0,00	k	4	100,00-100,00	100,00±0,00	a
29	TV 13B	*B. subtilis*	3	28,95-78,58	51,72±14,47	a-h	3	21,42-64,28	46,03±12,77	d-k
30	TV 6F	*B. subtilis*	3	28,58-63,16	49,63±10,67	a-ı	3	33,33-71,42	49,20±11,44	d-k
31	FDG-37	*P. fluorescens*	4	38,10-85,72	66,39±10,54	a-e	4	14,28-61,90	32,73±10,49	g-k
32	TV 6D	*B. megaterium*	4	71,43-85,72	79,39±3,38	a	4	14,28-28,57	20,23±3,57	k
33	TV 30C	*P. lentimorbus*	3	0,00-36,84	12,28±12,28	jk	3	57,14-100,00	85,71±14,29	ab
34	TV 83A	*B. pumilus*	4	28,58-85,72	53,64±11,88	a-g	4	14,28-71,42	45,23±11,90	e-k
35	KBA-10	*B. megaterium*	4	0,00-66,67	31,05±13,67	e-j	4	33,33-100,00	67,26±13,69	b-g
36	TV 12H	*B. subtilis*	4	0,00-0,00	0,00±0,00	k	4	100,00-100,00	100,00±0,00	a
37	TV 96B	*B. laevolacticus*	3	0,00-14,29	6,52±4,17	jk	3	85,71-100,00	90,47±4,76	ab
38	TV 20E	*B. megaterium*	4	0,00-38,10	19,05±8,70	g-k	4	61,90-100,00	80,95±8,70	a-e
39	RK-92	*P. agglomerans*	4	28,58-84,22	52,01±11,64	a-g	4	14,28-71,42	47,62±11,98	d-k
40	Kontrol	Sadece Patojen	4				4	90,47-100,00	98,09±1,91	a

*Etki değerlendirmesi ($F=4,442$; $p<0,01$), hastalık şiddeti değerlendirmesi ($F=5,214$; $p<0,01$)

Lezyon hastalık şiddeti değerleri sıvı taşıyıcı ve sadece patojen uygulamasında sırası ile 55,94 ve 71,42 olmuştur. Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, en düşük değer 32 numaralı *B. megaterium* TV-6D (20,23) uygulamasından elde edilmiş olup bunu sırası ile *B. choshinensis* TV-53D (22,02) ve *B. pumilus* TV-3C (23,80) uygulaması takip etmiştir.



Şekil 4.9. Saksı denemelerinde uygulamaların hastalık şiddeti üzerine etkileri

Seçilmiş olan 39 adet bakteri uygulamasının *B. sorokiniana*'ya karşı etkisinin test edildiği saksı uygulamalarında bitkilerin kök gelişimi ve hastalık görünümü ile ilgili görseller Şekil 4.10'da verilmiştir.



Uygulama 1 (*B. megaterium* TV 103 B)



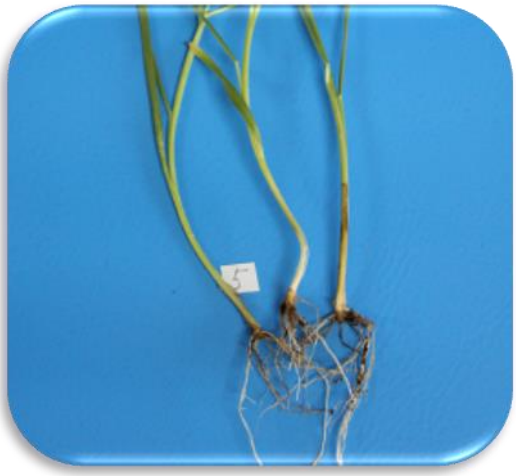
Uygulama 2 (*B. megaterium* BRT)



Uygulama 3 (*B. megaterium* TV 61 C)



Uygulama 4 (*A. xylosoxidans* TV 6 E)



Uygulama 5 (*B. megaterium* TV 87 A)



Uygulama 6 (*C. turbata* TV 54 A)

Şekil 4.10. PGPR bakterilerin *B.sorokiniana*'ya karşı saksı denemeleri



Uygulama 7 (*B. pumilus* TV 73 A)



Uygulama 8 (*B. pumilus* TV 67 C)



Uygulama 9 (*B. subtilis* TV 77 B)



Uygulama 10 (*B. megaterium* TV 3 D)



Uygulama 11 (*B. subtilis* TV 93 B)



Uygulama 12 (*B. pumilus* TV 73 F)

Şekil 4.10 (devam)



Uygulama 13 (*B. subtilis* TV 89 E)



Uygulama 14 (*B. megaterium* TV 56 F)



Uygulama 15 (*B. choshinensis* TV 53 D)



Uygulama 16 (*B. megaterium* RO)



Uygulama 17 (*B. pumilus* TV 3 C)



Uygulama 18 (*B. megaterium* TV 59 D)

Şekil 4.10 (devam)



Uygulama 19 (*B. megaterium* TV 57 A)



Uygulama 20 (*P. agglomerans* RK 79)



Uygulama 21 (*B. megaterium* TV 13 C)



Uygulama 22 (*B. megaterium* TV 22 B)

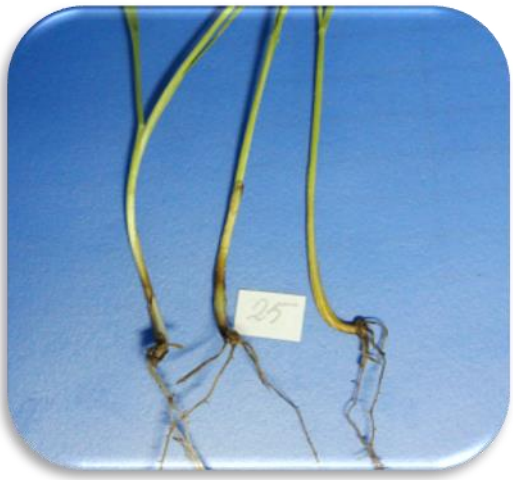


Uygulama 23 (*B. atrophaeus* TV 83 D)



Uygulama 24 (*B. megaterium* TV 91 C)

Şekil 4.10 (devam)



Uygulama 25 (*P. agarici* TV 71 C)



Uygulama 26 (*B. atrophaeus* TV 40 D)



Uygulama 27 (*B. megaterium* TV 32 C)



Uygulama 28 (*B. megaterium* BFT)



Uygulama 29 (*B. subtilis* TV 13 B)



Uygulama 30 (*B. subtilis* TV 6 F)

Şekil 4.10 (devam)



Uygulama 31 (*P. fluorescen* FDG 37)



Uygulama 32 (*B. megaterium* TV 6 D)



Uygulama 33 (*P. lentimorbus* TV 30 C)



Uygulama 34 (*B. pumilus* TV 83 A)



Uygulama 35 (*B. megaterium* KBA 10)



Uygulama 36 (*B. subtilis* TV 12 H)

Şekil 4.10 (devam)



Uygulama 37 (*B. laevolacticus* TV 96 B)



Uygulama 38 (*B. megaterium* TV 20 E)



Uygulama 39 (*P. agglomerans* RK 92)



Uygulama 40 (Kontrol: Sadece patojen)

Şekil 4.10 (devam)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilerdeki hastalık ve zararlılardan kaynaklanan kayıpların önüne geçilmesi, bitkilerdeki topraktan beslenme sorununun halledilmesi anlamında dünyadaki yeni yaklaşım, kimyasallara alternatif yeni yöntemlerin geliştirilmesi olmuştur. Bu yöntemler içerisinde en çok üzerinde durulan ise; tarımda kimyasal gübre ve pestisitlere alternatif olarak faydalı mikroorganizmaların kullanımıdır. Bu mikroorganizmalar içerisinde bakteriler önemli bir yer tutmaktadır. Hububat tarımında gerek abiyotik faktörlerden gerek hastalık ve zararlı etmenlerden kaynaklanan verim kayıpları büyük boyutlara ulaşabilmektetir. Bu kayıpların azaltılması için pestisit ve kimyasal gübre uygulamaları yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bu da insan ve çevre sağlığına verdiği zararların yanısıra hububat tarımının sürdürülebilirliği açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu yüzden pestisit ve kimyasal gübre uygulamalarına alternatif teşkil edecek yöntemlerin geliştirilmesi bakımından mutlak surette uygulanabilir çalışmalara gerek duyulmaktadır.

Fusarium spp., *Rhizoctonia* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Gaumannomyces graminis* var. *tritici*, *P. herpotrichoides*, *Pythium* spp. ve *Sclerotium rolfsii* türleri hububat veriminde ciddi kayıplara sebep olmaktadır (Yılmazdemir 1976; Aktaş vd 1996; Wallwork 2000). Yapılan bu çalışmada; hem hububatta kök çürüklüğüne neden olan *B. sorokiniana*' ya karşı biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması hedeflenmiş, hem de hastalık gelişimi üzerine etkili olan bakteri izolatlarının bitki gelişimine katkıları açısınn da değerlendirilmeler yapılarak biyopestisit ve mikrobiyal gübre özelliğine sahip izolatların belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla; daha önce yapılan saksı ve arazi çalışmalarında buğdayda bitki beslemesi üzerine etkili olan çok sayıdaki bakteri izolatının hububatta kök çürüklüğüne neden olan *B. sorokiniana*'ya karşı biyolojik mücadelede kullanılabilirlikleri de araştırılmıştır. Yapılan petri denemelerinde *B. sorokiniana* patojenine karşı etkili bulunan toplam 39 adet PGPB bakterinin hastalığın gelişimi üzerine etkileri de test edilmiştir.

İn vitro koşullarda patojen fungusa karşı petride oluşturdukları inhibasyon zonu açısından 40 mm inhibasyon zonu oluşturarak en etkili bulunan izolatlar *P. fluorescens*

FDG-37, *B megaterium* KBA-10, TV-3D ve TV-6D, *P. agglomerans* RK-79 ve RK-92 ve *B. pumilus* TV-3C izolatları olmuştur. Patojen fungus *B. sorokiniana*'ya karşı in-vivo koşullarda patojene karşı etki değerlendirme sonucuna göre ise; %79,39 engelleme ile en etkili 32 nolu *B. megaterium* TV6D izolatı olmuştur. Bunu sırası ile; %78,39 engelleme ile 11 nolu *B. subtilis* TV-93B, %75,90 engelleme ile 17 nolu *B. pumilus* TV3C, %70,66 engelleme ile 15 nolu *B. choshinensis* TV53D izolatı ve %70,31 engelleme ile 14 nolu *B. megaterium* TV56F izolatı olmuştur. İn-vivoda etkili bulunan bu izolatların in-vitro koşullarda da petride 30-40 mm arasında inhibasyon zonu oluşturdukları görülmektedir. İn-vitro ve in-vivo sonuçları arasında bir uyum görünse de pratikte bu uyum her zaman beklenemez (Kotan 1997; Kotan 2002; Kotan *et al*. 2004; Karagöz 2009).

PGPR bakterileri; havanın serbest azotunu bağlama (Çakmakçı *et al.* 2007a), inorganik fosfat kaynaklarını çözme (Aslantaş *et al.* 2007; Güneş vd 2013), bitki patojenlerini inhibe etme (Kotan ve Şahin 2002; Karagöz 2009), enzim üretme (Şahin *et al.* 2004; Çakmakçı *et al*. 2007b), büyüme hormonları sentezleme (Aslantaş *et al*. 2007) ve çeşitli kompleks karbon kaynaklarını mineralize etme (Kotan and Şahin 2006) gibi farklı mekanizmalara sahiptirler.

Azot dünyanın hemen her yerinde noksanlığı duyulan üretimi sınırlayan temel bitki besin elementidir. Tüm canlı formların temelini oluşturan protein ve nükleik asitlerin esas kısmını azot oluşturur. Ancak N_2 biyolojik sistemler tarafından doğrudan kullanılamaz. Kimyasal gübre üretimi ise yenilenemez kaynakların kullanımına bağlı olup yüksek enerji gerektiren ve sürdürülebilir olmayan bir prosestir. Bu yüzden havanın serbest azotunu toprağa bağlayan bakteriler büyük önem kazanmaktadır. Bitki gelişimi üzerinde önemli fonksiyonlara sahip olan diğer bir besin elementi fosfatın, toptaktaki çözünemeyen ve sabit formlarının yarayışlı hale getirilmesinde bakterilerin yardımcı olduğu bildirilmiştir (Metha and Nautiyal 2001). Bu çalışmada kök çürüklüğü hastalığının önlenmesinde etkili olan izolatların tamamının azotu fiske ettiği, bazılarının fosfatı çözebildiği, bazılarının ise hem azotu fiske ettiği hem de fosfatı çözebildiği belirlenmiştir. Bu açıdan kullanılan bakterilerin hem biyopestisit hem de mikrobiyal

gübre potansiyelleri açısından önemli bir avantaj olarak görülmektedir. Ancak farklı bitki ve toprak koşullarında daha detaylı araştırmalar yapılması gerekmektedir.

B. subtilis TV-93B, *B. megaterium* TV56F, *B. choshinensis* TV53D, *B. pumilus* TV3C ve *B. megaterium* TV6D izolatların tamamı buğdayda bitki boyu ve yaprak sayısında sadece patojen uygulaması yapılan kontrole göre artışlara sebep olmuştur. *B. megaterium* TV56F, *B. pumilus* TV3C ve *B. megaterium* TV6D izolatları kök sayısı ve toplam yaş ağırlıkta; *B. choshinensis* TV53D, *B. pumilus* TV3C ve *B. megaterium* TV6D izolatları ise kuru kök ve kuru gövde ağırlığında artışa sebep olmuşlardır. *B. subtilis* TV-93B dışındaki diğer izolatların tamamı (*B. megaterium* TV56F, *B. choshinensis* TV53D, *B. pumilus* TV3C ve *B. megaterium* TV6D) hastalık şiddetinde çok önemli düşüşlere sebep olmuşlardır. Bu izolatlardan *B. subtilis* TV-93B ve *B. pumilus* TV-3C izolatları sadece azot fikse etme özelliğine sahipken diğer izolatların tamamı azot fikse etme özelliğinin yanında fosfatı çözebilme özelliğine de sahiptirler. Buğday bitkisinde vejetatif aksamdaki elde edilen olumlu etkilerin bir kısmının bakterilerin hormonal aktivitenin yanısıra azot fiksasyonu ve fosfat çözebilme özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, Karagöz (2009) yapmış olduğu bir çalışmada bakteriyel organizmalar kullanarak, marulda bakteriyel leke hastalığını kontrol ederken aynı zamanda marul gelişimi üzerine de bu biyoajanların önemli katkılar sağlayarak yaş ve kuru ağırlık artışına sebep olduğunu belirtmiştir. Hem biyoajan hem de bitki gelişimi üzerine etkili organizmaların tarımda kullanılması büyük katkılar sağlayacaktır.

Ülkemizde hububatta PGPR bakterilerinin bitki gelişimi ve verim üzerine etkinliklerini belirlemek ve etkili bakteriyel izolatların etki mekanizmalarını aydınlatmak amacı ile son yıllarda bazı çalışmalar yapılmıştır (Turan *et al*. 2011; Turan *et al*. 2012ab Turan *et al*. 2013). Yapılan bir çalışmada; *B. megaterium* M3, *B. subtilis* OSU142, *Azospirillum brasilense* Sp245 ve *Raoultella terrigena* bakteri uygulamalarının buğday ve arpa bitkisinin gelişimi üzerinde önemli katkılarının yanı sıra, don zararı ve bitkilerde sistemik dayanıklılık mekanizmasında görev alan bazı antioksidan enzim aktiviteleri üzerine de etkileri olduğu tespit edilmiştir (Turan *et al*. 2013). Aynı bakteriler

kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada, bu bakteri izolatlarının toprak enzimleri üzerinde de olumlu katkılarının olduğu gözlenmiştir (Turan *et al*. 2011*).* Tohum inokulasyon yöntemi kullanılarak buğdayda yürütülen başka bir çalışmada *B. megaterium* M3, *B. subtilis* OSU142 ve *Azospirillum brasilense* Sp245 bakteri izolatlarının inorganik fosfatı çözerek vejetatif gelişmede önemli katkılar sağladıkları ve verimde önemli artışlara sebep oldukları belirlenmiş, özellikle *B. megaterium* M3 izolatının bitki gelişimi üzerine önemli katkıları olduğu görülmüştür (Turan *et al*. 2012b). Bu araştırmada da test edilen toplam 79 *B. megaterium* izolatının % 60'ı in-vitro testlerde kök çürüklüğüne karşı etkili bulunmuş, *B. megaterium* TV-6D izolatının bitki gelişimi yanında, hastalık şiddeti üzerine de en etkili izolatlardan biri olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan yapılan başka bir çalışmada ise; *B. megaterium* M3, *B. subtilis* OSU142, *Azospirillum brasilense* Sp245 ve *Raoultella terrigena* bakteri uygulamalarının buğday ve arpa bitkisi üzerinde bitki gelişimi üzerinde katkılarının yanı sıra bitki klorofil oranında artışlara ve bazı fizyolojik parametrelerde de pozitif yönde etkilere sebep olduğu saptanmıştır (Turan *et al*. 2012a). Bizim çalışmamızdaki bakteri izolatlarının etki mekanizmalarının da benzer olduğu düşünülmektedir. İleride yapılması düşünülen çalışmalarla etki mekanizmaları hakkında daha net sonuçlara ulaşılacaktır.

Bitki kök kısmına yapılacak bakteri uygulamaları ile toprak üstü patojenlerine karşı sistemik dayanıklılık mekanizmasına bağlı olarak bir koruma sağlanabileceği bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada fluorescent Pseudomonaslardan *P. putida'*nın, sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) ile ilgili olan PR1a proteinlerini şifreleyen genlerin expressionunu teşvik ettiği ispatlanmıştır (Zdor and Anderson 1992). Yapılan bir başka çalışmada ise, *P. fluorescens* bakterilerinin, *Fusarium* solgunluk hastalıklarının etki altına alınmasında, canlı bakterilerin etkili olduğu kadar, bakteriyel hücrelerin hücre yüzeyindeki lipopolisakkaritlerin de dayanıklılığı artırabildiği gözlenmiştir (Leeman *et al.* 1995). Yine; *P. fluorescens*, *Serratia marcescens* ve *P. putida* bakterilerinin bazı strainleri hıyar ve turp bitkilerinde patojen olan *Colletotrichum lindemuthianum*, CMV, *P. syringae* pv. *lachrymans* ve *F. oxysporium* patojenlerine karşı sistemik dayanıklılığı uyardığı saptanmıştır (Whipps 1992). Bu

nedenle bu çalışmada etkili bulunan izolatların farklı bitki türlerinde de SAR'ı teşvik edebilme potansiyellerinin ve ikili, üçlü ya da dörtlü kombinasyonlar oluşturularak etkinliklerinin artırılma imkanlarının da araştırılması gerekir.

Bitki boyu ve yaprak sayısındaki en büyük artışlar *B. pumilus* TV3C ve *P. agglomerans* RK-79 izolatlarından elde edilmiştir. Bu izolatların hastalık şiddetinde de önemli düşüşlere sebep olduğu görülmüştür. *P. agglomerans* daha çok biyolojik mücadelede kullanılan saprofitik bir bakteri olarak bilinmektedir. Ancak, bu bakteri bitkilererin yanı sıra insan ve hayvanlar üzerinde de bulunabilmektedir. Lindh *et al*. (1991), yapmış oldukları bir çalışmada insan, hayvan ve bitkisel dokulardan izole ettikleri 65 *P. agglomerans* strainden sadece bitkilerden izole edilen 22 strainin alpha-methyl-glycoside'den geç asit üretmeleri yönüyle diğerlerinden farklı bir fenotipik özellik gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bu bakterinin sıcaklıktaki düşüşü takiben intracellular proteinlerinin oranında bir artış olduğu ve bunun bakterinin soğuğa adaptasyonunda rol oynadığı bildirilmiştir (Koda *et al*. 2000). Hatta kurbağadan izole edilebilen bu bakterinin kurbağanın kışın çok düşük sıcaklıkta dahi donmadan hayatını devam ettirmesinde önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Lee *et al.* 1995). Nunes *et al*. (2001) yaptıkları bir çalışmada *P. agglomerans* strain CPA-2'nin soğuk depo şartlarında armutlarda problem oluşturan *Botrytis cinerea* ve *Penicillium expansum*'a karşı çok iyi koruma sağladığını tespit etmişlerdir. Bu özeliliğinden dolayı *P. agglomerans*'ın Doğu Anadolu gibi çok soğuk iklime sahip bölgelerde dahi hububat ekim alanlarında kolaylıkla kullanılabileceği düşünülmektedir.

Potansiyel biyoajanların geniş patojen grubuna karşı etkili olmaları biyolojik mücadelede önemli bir avantaj olduğu kaydedilmiştir (Colyer and Mount 1984, Whipps 1992, Zeller and Wolf 1996; Kotan 1997; Kucheryava *et al.* 1999). Bu çalışmada etkili bazı biyoajan bakteri izolatlarının bakteriyel ya da fungal farklı patojen gruplarına karşı etkili oldukları daha önce yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Kotan *et al.* 2000; Kotan 2002; Kotan and Şahin 2006; Kotan *et al*. 2009). Hububat kök hastalıklarının kontrolüne yönelik fungal ya da bakteriyel organizmalar kullanılarak çok sayıda araştırma yapılmıştır (Duczek 1994; Zhang and Yuen 1999; Kilic-Ekici and Yuen 2004;

Salehpour *et al.* 2005; Erdurmuş ve Katırcıoğlu 2008; Carissimi *et al.* 2009). *Bacillus cereus, B. licheniformis, B. subtilis, B. pumilus, Brevibacillus laterosporus* ve *Paenibacillus polymyxa* türlerine ait bakteri izolatları buğday patojenlerinden *Septoria tritici, Drechslera tritici-repentis, Bipolaris sorokiniana* ve *Alternaria triticimaculans*'a karşı biyolojik mücadele etkinlikleri açısından laboratuar ve sera koşullarında, biyoajan bakterilerin etkinliklerinin patojen türlerine göre faklılık gösterebildiği tespit edilmiştir. *B. licheniformis* ve *B. subtilis* türlerinin *B. sorokiniana*'ya karşı en etkili türler olduğu ve test edilen bu bakteriyel biyoajanların fungus hiflerinde nekrozlara sebep oldukları, konidi oluşumunu engelledikleri, klamidospor formasyonunda ve sitoplazmada düzensizliklere neden oldukları belirlenmiştir (Alippi *et al.* 2000). Yapılan bir başka çalışmada ise; *B. sorokiniana*'nın biyolojik kontrolünde etkili bulunan *Stenotrophomonas maltophilia* strain C3 bakteri izolatının en az 2 farklı kitinaz enzimi ürettiği kromatografik olarak belirlenmiş olup, bu enzimlerin biyolojik kontrolde etkili olduğu belirtilmiştir (Zhang *et al.* 2011).

Bitki kök rizosferindeki patojenlerin bastırılmasında kullanılan PGPR ya da biyokontrol bakterilerinin rekabet özelliklerinin de biyokontrol organizmaya önemli avantaj sağladığı bilinmektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada; soya ve bezelye tohumlarından sızan etanol ve acetaldehydin'in *Phythium ultimum'*un sporangiumlarınca emilerek hifsel gelişmenin teşvik edildiği görülmüştür. *P. putida* N1R ile soya ve bezelye tohumlarının muamelesi sonucu, ortamdaki etanol karbon kaynağına dönüştürülerek patojen organizmanın sporangial üremesi ve hif gelişimi zayıflatılmış ve bu yolla kontrol sağlanmıştır (Paulitz 1991). Yapmış olduğumuz bu çalışmada da etkili bulunan izolatların rekabetik özelliklerinden ve kitinaz aktivitelerinden dolayı patojeni baskıladıkları düşünülmektedir. Bunun aydınlatılabilmesi için ileride daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Biyolojik mücadele ajanlarını kullanarak hastalıklardan dolayı oluşan kayıplar önlenebileceği gibi, milli ekonomiye katkı sağlanabilecek ve çevre dostu bir mücadele yöntemi geliştirilebilmesi mümkün olabilecektir. Bu faydalı organizmaların mikrobiyal gübre ve biyo-pestisit olarak tarımda kullanımına yönelik dünyada çok sayıda çalışma

yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar sadece bilimsel bir makale olarak yayınlanmakla kalmamakta günlük hayatta kullanımına yönelikte patentler, tesciller alınarak piyasaya sürülmektedir. TÜBİTAK'ın 2003 tarihli Tarım ve Gıda Paneli Son Raporunda; bazı yörelerde aşırı sulama, gübreleme, kimyasal madde ve tarımsal savaşım ilaçlarının kullanımı önemli çevre ve sağlık sorunları ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Çözüm olarak da; tarımda kullanılan kimyasal ilaçların çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkilerini azaltacak mikrobiyal gübre ve biyopestisitlerin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Optimum biyolojik mücadele için bütün faydalı mekanizma ve karakterlerin aynı organizmada bulunamayacağını, bu nedenle faydalı özelliklerin kombinasyonu için farklı ırk ve türlerin melezlenmesine ihtiyaç olduğunu bildirmiştir (Howell 2002). Biyolojik mücadele etmenlerinin ticarileştirilmesi; keşifle başlayan daha sonrada etkinlik testleri, prototip, ticari üretim, geniş kapsamlı tarla testleri, toksikoloji ve çevresel testler ile tescil ve pazarlamayı kapsayan geniş bir prosedür gerektirmektedir. Araştırma enstitüleri ve üniversiteler ilk iki basamaktaki çalışmaları yapabilirken diğer aşamalarında ticari şirketlere ihtiyaç duyulmaktadır (Harman 2000). Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, izolatların *B. sorokiniana*'ya karşı ileri çalışmalarda kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Hatta etkili bulunan izolatların ikili ya da üçlü farklı kombinasyonları oluşturularak daha etkili sonuçların da alınabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; kök çürüklüğü hastalıklarına karşı tam dayanıklı çeşitlerin bulunmayışı, çevre faktörlerinin etkisi ve hastalık etmenlerinin kompleks yapısı nedeniyle, kök hastalıklarının kontrolü için entegre bir kontrol yönteminin uygulanması gerekmektedir. Bu yöntem dayanıklı çeşit, rotasyon, bitki yetiştirme teknikleri ve önce biyolojik kontrol, yok ise kimyasal kontrolü içine alan bir yöntem olmak durumundadır.

Bu çalışma kapsamında, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinden *B. sorakiniana*'ya karşı biyolojik mücadelede kullanılabilecek antagonist bakteri izolatları belirlenmiştir. Bu izolatların aynı zamanda bitkinin vejetatif gelişimi üzerine de etkili oldukları tespit edilmiştir. Hem bitki gelişimi hem de hastalık şiddeti üzerine etkili

bulunan bu izolatların (*B. megaterium* TV-6D, *B. choshinensis* TV-53D ve *B. pumilus* TV-3C) tek tek ya da kombinasyonlarının arazi koşullarında da test edilmesi gerekmektedir. Farklı lokasyonlarda kurulacak denemeler sonucu hububat tarımında kök hastalıklarının önlenmesine ve bitki gelişimi üzerine etkili olan bir biyolojik ürünün geliştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Agrios, G. N., 1997. Plant Pathology. Department of Plant Pathology, University of Florida, Academic Press, p 635.

Akgül, D. S., 2008. Çukurova Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında Kök, Kökboğazı ve Sap Çürüklüğü Hastalığının Durumu, Bazı Buğday Çeşitlerinin Hastalığa Karşı Reaksiyonları, Farklı Gübreleme Pratikleri ve Fungisit Uygulamalarının Hastalık Gelişimine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi.

Aktaş, H. and Bora, T., 1981. Untersuchungen über die Biologie und Physiologische Variation von auf Mittelanatolischen Gernsten vorkommenden *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram.and Jain und die Reaction der Befallenen Gerstensorten auf den Parasiten. Journal of Turkish Phytopathology, 10 (1): 1-24.

Aktaş, H., 1982. Orta Anadolu Bölgesi Arpa ve Buğday Ekim Alanlarında Görülen Kök Çürüklüğü Hastalık Etmeni *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain'nın Yayılışı. III. Türkiye Fitopatoloji Kong., Adana, 10-23.

Aktaş, H., 1984. Spread of leaf spots in Barley growing areas in Turkey. Proc. 6th cong. of Phytopath. Mediterr. Cairo, Egypt, 338-341.

Aktaş, H., Tunalı, B. and Aktuna, İ., 1994. Bolu ve Zonguldak İlleri mısır ekim alanlarında görülen fungal etmenlerin saptanması ve bazı önemli patojenlere karşı çeşit reaksiyonları üzerinde araştırmalar. Türkish Journal of Agricultural and Forestry, 18: 287 - 295.

Aktaş, H., Yıldırım, A.F. ve Sayın, L., 1995. Konya ili arpa ekiliş alanlarında arpa verimini ve kalitesini etkileyen kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Arpa-Malt Sempozyumu, 253-259, Konya.

Aktaş, H., Bostancıoğlu, H., Tunalı, B. ve Bayram, E., 1996. Sakarya yöresinde buğday kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan hastalık etmenlerinin belirlenmesi ve bu etmenlerin buğday yetiştirme teknikleri ile ilişkileri üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 36(3-4): 151-167.

Aktaş, H., Bostancıoglu, H., Tunalı, B. and Bayram, E., 1997. Reaction of some wheat varieties and lines against to root and foot rot disease agents in the laboratory conditions. Journal of Turkish Phytopathology, 10 (1): 1-24.

Aktaş, H., Kınacı, E., Yıldırım, A. F., Sayın, L. ve Kural, A., 1999. Konya yöresinde hububatta sorun olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerinin hububatta verim komponentlerine etkileri ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. Orta Anadolu da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 392-403, Konya.

Aktaş, A., Bolat, N., Keser, M. ve İnce, T., 2000. Eskişehir ili hububat ekim alanlarında hububat kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinin saptanması, buğday ve arpada *Dreschlera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain'ya karşı genitör çeşit ve hatların belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 40 (1-2): 71-83.

Aktaş, H., 2001. Önemli hububat hastalıkları ve sürvey yöntemleri, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayını, 74 s., Ankara.

Aktaş, B., 2010. Kuru Koşullar İçin Islah Edilmiş Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora tezi, s 126.

Alippi, A. M., Perelló, A. E., Sisterna, M. N., Greco, N. M. and Cordo, C. A., 2000. Remove from marked records potential of spore-forming bacteria as biocontrol agents of wheat foliar diseases under laboratory and greenhouse conditions. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 107 (2): 155-169.

Anonim, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr

Anonim, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. www.tuik.gov.tr

Anonymous, 2011. Buğday Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. www.tagem.gov.tr

Anonymous, 2012. Catalogue of life: 2012 annual check list. http://www. Catalogueoflife.org.

Anonymous, 2012. Food and Agricultural Organization (FAO). http://www.fao.org

Arslan, Ü., 1999. Bursa ili buğday alanlarındaki kök ve kökboğazı fungal hastalıkları üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, DoktoraTezi, 114s.

Aslantaş, R., Çakmakçi, R. and Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth ann fruit yield under orchard conditions. Scientia Horticulturae, 111: 371-377.

Bora, T. ve Özaktan, H., 1998. Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı, 205 s, İzmir.

Broadbent, P., Baker, K. F. and Waterworth, Y., 1971. Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root pathogens in Australian soil. Australian Journal of Biological Science, 24: 925-944.

Burgess, L. W., Summerell, B. A., Bullock, S., Gott, K. P. and Backhouse, D., 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research. University of Sydney, Department of Crop Sciences, 133, Sydney.

Carissimi, M., Giraudo, M. S., Germani, J. C. and Van Der Sand, S. T., 2009. Antifungal activity of *Bacillus* sp. E164 against *Bipolaris sorokiniana*. Biociencias, 17 (1): 48-58.

Colyer, P. D. and Mount, M. S., 1984. Bacterization of potatoes with *Pseudomonas putida* and its influence on postharvest soft rot diseases. Plant Disease, 68: 703-706.

Conner, R. L., 1990. Interrelationship of cultivar reactions to common root rot, black point, and spot blotch in spring wheat, Plant Disease, 74: 224-227.

Cook, R. J., Brucart, W. L., Coulson, J. R., Goettel, M. S., Humber, R. A., Lumsden, R. D., Maddox, J. V., McManus, M. L., Moore, L., Meyer, S. F., Quimby, P. C., Stack, J. P. and Vaughn, J. L., 1996. Safety of microorganisms intended for pest and plant disease control: Framework for scientific evaluation. Biological Control, 7: 333-351.

Cook, R. J., Weller, D. M., Youssef El-Banna, A., Vakoch, D. and Zhang, H., 2002. Yield responses of direct-seeded wheat to rhizobacteria and fungicide seed treatments. Plant Disease. 86: 780-784.

Couture, L. and Sutton, J. C., 1978. Control of spot blotch in barley by fungicide applications timed according to weather factors. Phytoprotection, 59: 65-75.

Çakmakçı, R., Dönmez, M.F. and Erdoğan, Ü., 2007a. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on barley, seedling growth, nutrient uptake, some soil properties and bacterial counts. Turk Journal of Agricultere and Forestry, 31: 189-199.

Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan Ü. and Dönmez, M.F., 2007b. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170, 288-295.

Dal-Soo, K., Cook, R. J. and Weller, M., 1997. *Bacillus* sp. L324-92 for biological control of three root disease of wheat grown with reduced tillage. American Phytopathological Society, Vol. 87, no.5.

De Freitas, J. R. and Germida, J. J., 1992. Growth promotion of winter wheat by Fluorescent *Pseudomonads* under field conditions. Soil Biology and Biochemistry, 24 (11): 1137-1146.

Demirci, F., 2003. Bazı buğday çeşitlerinin önemli kök ve kök boğazı hastalık etmenleri (*Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*)'e karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 9 (4): 460-466.

Dickson, J. G., 1956. Diseases of Field Crops, McGraw-Hill Book Company, Inc. Newyork (2nd ed.), 517.

Dileep Kumar, B. S. and Dube, H. C., 1992. Seed bacterization with a fluorescent *Pseudomonas* for enhanced plant growth, yield and disease control. Soil Biology and Biochemistry, 24 (6): 539-542.

Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y., Vanderleyden, J. and 2002. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. Biology and Fertility of Soils, 36: 284-297.

Duczek, L. J., Verma, P. R. and Spurr, D. T., 1985. Effect of inoculum density of Cochliobolus sativus on common root rot of wheat and barley. Canadian Journal of Plant Pathology, 7: 382-386.

Duczek, L. J., 1994. Relationship between a grenhouse and field assay for biological control of common root rot of spring wheat and barley. Canadian Plant Disease Survey, 74 (2): 135-140.

Eken, C. ve Demirci, E. 1998. Erzurum yöresinde buğday ve arpa ekim alanlarında *Drechslera sorokiniana*'nın yayılışı, morfolojisi ve patojenitesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22 (2): 175-180.

Ekmekci, Y. and Terzioglu, S., 1998. Interactive effects of vernalization, day length and light intensity on the number of leaves and flag leaf area in some wheat cultivars. Türkish Journal of Botany, 22: 303-312.

Elliott, L. F. and Lynch, J. M., 1984. *Pseudomonas* as a factor in the growth of winter wheat. Soil Biology and Biochemistry, 16 (1): 69-71.

Erdurmuş, D. ve Katırcıoğlu, Y. Z., 2008. Buğdayda önemli kök ve kök boğazı hastalık etmenlerine karşı *Trichoderma harzianum*'un etkinliğinin araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 48 (1): 37-48.

Garcia de Salamone, I. E., Hynes, R. K. and Nelson, L. M., 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants. Canadian Journal of Microbiology, 47: 404-411.

Glick, B. R., Karaturovíc, D. M. and Newell, P. C., 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads. Canadian Journal of Microbiology, 41: 533-536.

Gutiérrez-Mañero, F.J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouachi, J., Tadeo, F.R. and Talon, M., 2001. The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. Physiologia Plantarum, 111: 206- 211.

Güneş, A., Turan, M., Güllüce, M., Sahin, F. ve Karaman, M. R., 2013. Farklı bakteri uygulamalarının kaya fosfatının çözünürlüğü üzerine etkileri. Toprak Su Dergisi, 2 (1): 53-61.

Harman, G. E., 2000. Myths and dogmas of biocontrol: Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease, 84(4): 377-393.

Harman, G. E., 2006. *Trichoderma* for Biocontrol of Plant Pathogens: From Basic Research to Commercialized Products. http:// www. nysaes. cornell.edu/ ent/bcconf /talks/harman.html.

Hill, J., Fernandez, J. A. and McShane, M. S., 1983. Fungi associated with common root rot of winter wheat in Colorado and Wyoming. Plant Disease, 67: 795-797.

Howell, C. R., 2002. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. Plant Disease, 87 (1): 4-10.

Hökeberg, M., Gerhardson, B. and Johnson, L., 1997. Biological control of cereal seed-borne diseases by seed bacterization with greenhouse-selected bacteria. European Journal of Plant Pathology, 103: 25-33.

Jeon, J. S., Lee, S. S., Kim, H. Y., Ahn, T. S. and Song, H. G., 2003. Plant growth promotion in soil by some inoculated microorganisms. Journal of Microbiology, 41: 271- 276.

Johansson, P. M., Johnson, L. and Gerhardson, B., 2003. Suppression of wheat-seedling diseases caused by *Fusarium culmorum* and *Microdochium nivale* using bacterial seed treatment. Plant Pathology, 52: 219-227.

Karagöz, K., 2009. Bazı PGPR Bakterilerin Marulun Gelişimi ve Marul Yaprak Leke Hastalığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 95.

Karman, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. 279s., Bornova-İzmir.

Kilic-Ekici, Ö. and Yuen, G. Y., 2004. Comparison of strains of *Lysobacter enzymogenes* and PGPR for induction of resistance against *Bipolaris sorokiniana* in tall fescue. Biological Control, 30: 446-455.

Kloepper, J. W., Leong, J., Teintze, M. and Schroth, M. N., 1980. *Pseudomonas* siderophores: A Mechanism explaining disease-suppressive soils. Current Microbiology, 4: 317-320.

Knudsen, I.M.B., Hockenhull, J. and Jensen, D.F., 1995. Biocontrol of seedling diseases of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana*: effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. Plant Pathology, 44 (3): 467-477.

Koda, N., Aoki, M., Kawahara, H., Yamade, K. and Obata, H., 2000. Characterization and properties of intracellular proteins after cold acclimation of the ice-

nucleating bacterium *Pantoea agglomerans* (*Erwinia herbicola*) IFO12686. Cryobiology, 41 (3): 195-203.

Kotan, R., 1997. Biber ve domatesteki bakteriyel leke hastalığı (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.)'nın biyolojik ve kimyasal kontrolü. Atatürk Ünivversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,Yüksek Lisans Tezi, s 49.

Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E., Ozbek, A., Eken, C. and Miller, S. A., 2000. Evaluation of antagonistic bacteria for control of *Fusarium* dry rot of potato. Phytopathology, 89: 41.

Kotan, R., 2002. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarından izole edilen patojen ve saprofitik bakteriyel organizmaların klasik ve moleküler metotlar ile tanısı ve biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi, s 217.

Kotan, R. ve Şahin, F., 2002. Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede bakteriyel organizmaların kullanılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 111-119.

Kotan, R., Sahin, F. and Ala, A. 2004. Nutritional similarity in carbon source utilization of *Erwinia amylovora* and its potential biocontrol agents. Journal of Turkish Phytopathology, 33 (1-3): 25-38.

Kotan, R. and Sahin, F., 2006. Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and nutritional similarity in carbon source utilization of pathogen and its potential biocontrol agents. Journal of Turkish Phytopathology, 35 (1-3): 1-13.

Kotan, R., Dikbaş, N. and Bostan, H., 2009. Biological control of post harvest disease caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits. African Journal of Biotechnology, 8 (2): 209-214.

Kucheryava, N., Fiss, M., Auling, G. and Kroppenstedt, R. M., 1999. Isolation and chracterization of epiphytic bacteria from the phyllosphere of apple, antagonistic in vitro to *Venturia inaequalis*, the causal agent of apple scab. Systematic and Applied Microbiology, 22 (3): 472-478.

Kün, E., 1988**.** Serin iklim tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1032 Ders Kitabı, 299, s. 322, Ankara.

Ledingham, R.J., Atkinson, T.G., Horricks, J.S., Mills, J.T., Piening, L.J., Tinline, R.D., 1973. Wheat losses due to common root rot in the prairie provinces of Canada, 1969-1971. Canadian Plant Disease Survey, 53: 113-122.

Lee, M. R., Lee, R. E Jr., Strong-Gunderson, J. M. and Minges, S. R. 1995. Isolation of ice-nucleating active bacteria from the freeze-tolerant frog, *Rana sylvatica.* Cryobiology, 32 (4): 358-365.

Leeman, M., Van Pelt, A.J., Den Ouden, F.M., Heinsbroek, M., Bakker, P.A.H.M. and Schippers, B., 1995. Induction of systemic resistance against fusarium wilt of radish by lipopolysaccharides of *Pseudomonas fluorescens*. Phytopathology, 85 (9): 1021-1027.

Lindh, E., Kjaeldgaard, P., Frederiksen, W. and Ursing, J., 1991. Phenotypical properties of *Enterobacter agglomerans* (*Pantoea agglomerans*) from human, animal and plant sources. APMIS: Acta Pathologica, Microbiologica, et Immunologica Scandinavica, 99 (4): 347-352.

Luz, W.C. da and Bergstrom, G.C., 1986. Temperature-sensitive development of spot blotch in spring wheat cultivars differing in resistance. Fitopatology Brasileira, 11: 197-204.

Mahaffee, W.F. and Backman, P.A., 1993. Effects of seed factors on spermosphere and rhizosphere colonization of cotton by *Bacillus subtilis* GB03. Phytopathology, 83: 1120-1125.

Mamluk, O. F., Çetin, L., Braun, H. J., Bolat, N., Bertschinger, L., Makkouk, K. M., Yıldırım, A. F., Saari, E. E., Zencirci, N., Albustan, S., Çali, S., Beniwal, S. P. S. and Düşünceli., F., 1997. Current status of wheat and barley diseases in the Central Anatolian Plateau of Turkey. Phytopathologia Mediterranea, 36: 167–81.

McMillan, S., 2007. Promoting growth with PGPR. The Canadian Organic Grower, 32-34.

Merriman, P.R., Price, R. D., Baker, K.F., Kollmorgen, J.F., Piggot, T. and Ridge, E.H., 1975. Effect of *Bacillus* and *Streptomyces* spp. applied to seed. Pages 130-133 in : Biology and Control of Soil Borne Plant Pathogens. G. W. Bruehl, ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

Metha, S. and Nautiyal, S., 2001. An effdicient method for qualitative screening of phospate-solubilizing bacteria. Current Microbiology, 43: 51-56.

Muratçavuşoğlu, N. ve Hancıoğlu, Ö., 1995. Ankara ili buğday ekim alanlarında kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan *Fusarium* türlerinin tespiti üzerine araştırmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 174-177, Adana.

Nunes, C., Usall, J., Teixido, N. and Vinas, I., 2001. Biological control of postharvest pear disease using a bacterium, *Pantoea agglomerans* CPA-2. International Journal of Food Microbiology, 70 (1-2): 53-61.

Özkan, M. ve Aktaş, H., 1975. Türkiye Buğday Hastalıkları Sörvey Çalışmaları. Zirai Müc. Araşt. Yıllığı, Sayı 9: 64-65.

Paça-Can, İ., Çıtır, A. ve Köklü, G., 2001. Trakya bölgesi çeltik alanlarında görülen fungal hastalıkların saptanması, etmenlerinin tanılanması ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi. IX. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 656-668, Tekirdağ.

Paulitz, T. C., 1991. Effect of *Pseudomonas putida* on the stimulation of *Pythium ultimum* by seed volatiles of pea and soybean. Phytopathology, 81: 1282-1287.

Piening, L.J., Atkinson, T.G., Horricks, J.S., Ledingham, R.J., Mills, J.T. and Tinline, R.D., 1976. Barley losses due to commen root rot in the prairie provinces of Canada, 1970-1972. Canadian Plant Disease Survey, 56: 41-45.

Pierson, E.A. and Weller, D.M., 1994. Use of mixtures of fluorescent pseudomonads to suppress take-all and improve the growth of wheat. Phytopathology, 84: 940-947.

Raemaekers, R.H., 1988. *Helminthosporium sativum:* Disease complex on wheat and sources of resistance in Zambia. In: Wheat Production Constraints in Tropical Environments. Mexico, D.F., Mexico: CIMMYT, pp.175-185.

Salehpour, M., Etebarian, H. R., Roustaei, A., Khodakaramian, G. and Aminian, H., 2005. Biological control of common rot of wheat (*Bipolaris sorokiniana*) by *Trichoderma* isolates. Plant Pathology Journal, 4 (1): 85-90.

Sencar, Ö., Gökmen, S., Yıldırım, A. ve Kandemir, N., 1994. Tarla bitkileri üretimi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, 302 s, Tokat.

Smiley, R.W. and Patterson, L. M., 1996. Pathogenic fungi associated with Fusarium foot rot of winter wheat in the semiarid Pacific Northwest. Plant Disease, 80: 944-949.

Soran, B. ve Damgacı, E., 1980. Ankara ili buğday ekim alanlarında kök ve kökboğazı hastalığına neden olan fungal etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar. VII. Bilim Kongresi, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Tebliğleri, 119-128, Adana.

Szekeres, A., 2006. Echophysiological and molecular investigation of *Trichoderma* strains isolated from winter wheat rhizosphere. Acta Biological Szeged, 49: 61.

Şahin, F., Çakmakçı, R. and Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N_2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant Soil, 265: 123-129.

Tinline, R.D. and Ledingham, R.J., 1979. Yields losses in wheat and barley cultivars from common root rot in field tests. Canadian Journal of Plant Science, 59: 313-320.

Tunalı, B., Nicole, J. M., Hodson, D., Uçkun, Z., Büyük, O., Erdurmuş, D., Hekimhan, H., Aktaş, H., Akbudak, M. A. and Bağcı, S. A., 2008. Root and crown root fungi associated with spring, facultative, and winter wheat in Turkey. Plant Disease, 92: 1299-1306.

Turan, M., Güllüce, M., Karadayi, M., Barıs, O. and Sahin, F., 2011. Role of soil enzymes produced by PGPR strains in wheat growth and nutrient uptake parameters in the filed conditions. Current Opinion in Biotechnology, 22 (1): 133.

Turan, M., Güllüce, M. and Sahin, F., 2012a. Effects of plant-growth-promoting rhizobacteria onyield, growth, and some physiological characteristics of wheat and barley plants. Communcations in Soil Science and Plant Analysis, 43 (12): 1658-1673.

Turan, M., Güllüce, M., von Wiren, N. and Sahin, F., 2012b. Yield promotion and phosphorus solubilization by plant growth-promoting rhizobacteria in extensive wheat production in Turkey. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 175 (6): 818-826.

Turan, M., Güllüce, N., Cakmakcı, R. and Sahin, F., 2013. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria strain on freezing injury and antioxidant enzyme activity of wheat and barley. Journal of Plant Nutrition, 36 (5): 731-748.

Uçkun, Z. ve Yıldız, M., 2004. İzmir, Aydın ve Denizli illeri buğday alanlarındaki kök ve kökboğazı hastalıklarının yoğunluğunun ve etmenlerinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 44 (1-4): 79-92.

Van Loon, L.C., P.A.H.M., Bakker, and C.M.J., Pieterse, 1998. Systemic Resistance Induced by Rhizosphere Bacteria. Annual Review of Phytopathology, 36: 453-483.

Vessey, J.K., 2003. Plant growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571-586.

Wallwork, H. 2000. Cereal root and crown diseases. SARDI , 58 p., Adelaide.

Wei, G., J.W., Kloepper and S, Tuzun, 1991. Induction of systemic resistence of cucumber to *Colletotrichum orbiculare* by select strains of plant growth-promoting rhizobacteria. Phytopathology, 81: 1508-1512.

Weller, D.M. and R.J. Cook, 1983. Suppression of Take-All of wheat by seed treatments with Fluorescent *Pseudomonas*. Phytopathology. Vol: 73: 463-469.

Whipps, J. M., 1992. Status of biological disease control in horticulture. Biocontrol Science and Technology, 2 (3): 24.

Wiese, M. V., 1987a. Compendium of Wheat Diseases, American Phytopathological Society, St. Paul, MN, (2nd ed.), 112.

Wiese, M. V., 1987b. Compendium of Barley Diseases, American Phytopathological Society, St. Paul, MN, (2nd ed.) 78.

Windels, C. E. and Holen, C., 1989. Association of *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum* group 2 and *F. culmorum* on spring wheat differing in severity of common root rot. Plant Disease, 73: 953-956.

Yılmazdemir, F. Y., 1976. Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde buğday kök hastalıklarının fungal etmenleri ve bu hastalıkların dağılışına toprak pH ve neminin etkisi üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Uzmanlık Tezi, s. 107.

Zdor, R. and Anderson, A. J., 1992. Influence of root colonizing bacreria the defensee response on of bean. Plant Soil, 140: 99-107.

Zeller, W. and Wolf, B., 1996. Studies on biological control of fire blight. Acta Horticulture, 411: 341-345.

Zhang, Z. and Yuen, G. Y., 1999. Biological control of *Bipolaris sorokiniana* on tall fescue by *Stenotrophomonas maltaphilia* strain C3. Phytopathology, 89 (9): 817-822.

Zhang Z., Yuen G.Y., Sarath G. and Penheiter A.R., 2001. Chitinases from the plant disease biocontrol agent, *Stenotrophomonas maltophilia* C3. Phytopathology, 91(2): 204-211.

Zillinsky, F.J., 1983. Common Diseases of Small Grain Cereals: A Guide to Identification. Mexico, D.F., Mexico:CIMMYT.

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Gümüşhane Kelkit ilçesi Ünlüpınar beldesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzincan'da tamamladı. 1988 yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünden mezun oldu. 1991-1995 yılları arasında Erzincan Et ve Balık Kurumu Müdürlüğünde mühendis, 1995-2007 yılları arasında Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde bitki hastalıkları labratuvarında araştırmacı mühendis olarak çalıştı. Ankara Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Hastalıkları Araştırmaları Daire Başkanlığında Bitki Hastalıkları Koordinatörü görevine 2007 yılından beri devam etmektedir. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalın'da yüksek lisanas eğitimini tamamladı. Birçok TAGEM projelerinde lider ve yardımcı araştırıcı olarak görev aldı. Bakanlığımız tarafından bastırılan Entegre Mücadele Teknik Talimatlarında yazarlık ve editörlüğü ile birçok yayını bulunmaktadır. Evli ve 3 çocuk babasıdır.