

T. C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**BRASSICACEAE, CHENOPODIACEAE, URTICACEAE FAMILİYALARINA AİT
BAZI BİTKİLERİN ARBUSKÜLER MİKORHİZAL FUNGUS (AMF) VE BİTKİ
GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDEN RHİZOBAKTERLER'LE İLİŞKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hasret GÜNEŞ
DANIŞMAN: Prof. Dr. Semra DEMİR

VAN-2018

T. C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**BRASSICACEAE, CHENOPODIACEAE, URTICACEAE FAMILİYALARINA AİT
BAZI BİTKİLERİN ARBUSKÜLER MİKORHİZAL FUNGUS (AMF) VE BİTKİ
GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDEN RHİZOBAKTERLER'LE İLİŞKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hasret GÜNEŞ

VAN-2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Semra DEMİR danışmanlığında, Hasret GÜNEŞ tarafından sunulan **Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae Familyalarına Ait Bazı Bitkilerin Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler'le İlişkisi** isimli bu çalışma "Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" ve "Fen Bilimleri Enstitüsü Yönergesi'nin ilgili hükümleri gereğince tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Semra DEMİR

İmza: 

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Zeki KARİPÇİN

İmza: 

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Ahmet AKKÖPRÜ

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..../..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

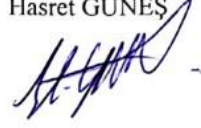
Prof. Dr. Suat ŞENSOY
Enstitü Müdürü

 4.
Doç. Dr. Serhat KARACA
Enstitü Müdür Yrd.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hasret GÜNEŞ



ÖZET

BRASSICACEAE, CHENOPODIACEAE, URTICACEAE FAMILİYALARINA AİT BAZI BİTKİLERİN ARBUSKÜLER MİKORHİZAL FUNGUS (AMF) VE BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDEN RHİZOBAKTERLER'LE İLİŞKİSİ

GÜNEŞ, Hasret

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Semra DEMİR

Haziran 2018, 67 sayfa

Bu çalışmada, Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lar ile simbiyotik yaşam oluşturma yönünde negatif etkide buldukları bilinen Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyalarına ait bazı bitki türlerindeki [*Brassica oleracea* (karnabahar), *Spinacia oleracea* (ıspanak) ve *Urtica dioica* (ısırgan otu)] AMF oluşumuna, Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler (PGPR)'in etkileri incelenmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında, çeşitli konukçularda bitki gelişimi üzerindeki etkinliği önceden belirlenmiş olan beş PGPR (CB36/1, CA41/1, 14/1Y, TR21/1 ve 30/1m) bakteri'sinden en iyi performansa sahip izolatu seçmek amacıyla iklim odasında kontrollü koşullarda; karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu bitkileri ile inokule edilmiştir. Morfolojik gelişim parametrelerine göre; en iyi iki bakteri izolatu (CB36/1 ve TR21/1) seçilerek sonraki aşamalarda kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında; karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu bitkilerindeki CB36/1 ve TR21/1 bakteri izolatları ile *Gigaspora margarita*, ile ticari AMF (ERS=Endo Roots Soluble) izolatları kombinasyonlarının bazı bitki gelişim parametreleri ile AMF oluşumuna etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonucunda; karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu bitkilerine uygulanan, AMF x PGPR kombinasyonlarının genel olarak bitki gelişim parametreleri açısından teşvik edici olduğu ortaya konmuştur. PGPR bakterilerinin AMF kök kolonizasyonuna etkisi bitki türlerine göre farklılık göstermiştir. Kök kolonizasyonu açısından en iyi sonuç ticari AMF x ıspanak kombinasyonunda elde edilmiştir. Karnabahar ve ıspanak bitkisinde ise, her iki AMF izolatının iki bakteri türü ile kombinasyonlarında topraktaki AMF spor yoğunluğu ve mikorhizal bağımlılıkta artış kaydedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF), bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae.

ABSTRACT

RELATIONSHIP BETWEEN SOME PLANTS BELONGING BRASSICACEAE, CHENOPODIACEAE, AND URTICACEAE FAMILIES WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS (AMF) AND PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR)

GÜNEŞ, Hasret

M. Sc. Thesis, Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Semra DEMİR

June 2018, 67 pages

In this study, the effects of some of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) have been examined on the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) formation for some plant species [*Brassica oleracea* (cauliflower), *Spinacia oleracea* (spinach) ve *Urtica urens* (stinging nettle)] belonging to Brassicaceae, Chenopodiaceae and Urticaceae families known to have a negative influence on symbiotic life formation with AMF. In the first phase of the study, on various host plants under climate-controlled conditions to select the best performing isolate of five were inoculated in cauliflower, spinach and stinging nettle plants. According to the morphological development parameters, the best two bacteria isolates were selected and used at later stages. In the second phase of the study; the effects of combinations of bacterial isolates and AMF species [*Gigaspora margarita* and commercial AMF (ERS=Endo Roots Soluble)] on the cauliflower, spinach and nettle plants were investigated for some plant growth parameters and AMF formation. In the results of the study; the combination of AMF x PGPR applied to cauliflower, spinach and nettle plants has been shown to be generally encouraging in terms of plant growth parameters. The effect of PGPR bacteria on AMF root colonization varied according to plant species. The best results for rate of root colonization were obtained in commercial AMF x spinach combination. it was also noted that both AMF isolates in combination with two PGPR strains increased AMF spore density and mycorrhizal dependence in cauliflower and spinach plants.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungus (AMF), plant growth promoting rhizobacteria, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae.



ÖN SÖZ

Bu çalışmamın her aşamasında yanımda olan, hem maddi hem manevi desteğini esirgemeyen, büyük bir sabırla benimle ilgilenen çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Semra DEMİR'e, bakteriler konusunda her türlü bilgisini benimle paylaşıp yol gösteren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AKKÖPRÜ hocama, laboratuvar çalışmaları sırasında yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emre DEMİRER DURAK hocama ve istatistik analizlerin yorumlanmasındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Abdullah YEŞİLOVA hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Her şeyimle beni var eden, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, çalışmamın farklı aşamalarında katkılarından dolayı bana tezimde yardımcı olan Araş. Gör. Gökhan BOYNO'ya, Öğr. Gör. Selma KIPÇAK'a, Ahmet MELİK'e çok teşekkür ederim.

2018

Hasret GÜNEŞ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	9
2.1. Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae Familyaları ve Bu Familyalara Ait Bitki Türleri Hakkında Genel Bilgiler.....	9
2.2. Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF).....	12
2.3. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler (PGPR).....	16
2.4. AMF ile PGPR İlişkisi.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Bitkisel materyal.....	23
3.1.2. Biyolojik savaş elemanları.....	23
AMF türleri.....	23
Bitki gelişimini teşvik eden (PGPR) bakteri izolatları.....	23
3.1.3. Çalışmada kullanılan mikrobiyolojik besiyerleri.....	24
3.1.4. Bitki yetiştirme ortamı.....	24
3.1.5. Araştırmanın gerçekleştirildiği laboratuvar ve iklim odası.....	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Bitki gelişimini teşvik eden (PGPR) bakteri izolatlarının seçimi.....	26
3.2.2. PGPR süspansiyonunun hazırlanması ve köklere uygulanması.....	27
3.2.2.1. PGPR seçim aşaması.....	27
3.2.2.2. AMF x PGPR uygulaması.....	28

	Sayfa
3.2.3. AMF ve PGPR uygulaması yapılan karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu tohumlarının yetiştirilmesi.....	29
3.2.4. Bitkinin morfolojik parametrelerinin saptanması.....	30
3.2.4.1. Bitki boyu ve sürgün çapının ölçülmesi.....	30
3.2.4.2. Kök-yeşil aksamın yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi.....	30
3.2.5. AMF kök kolonizasyonunun belirlenmesi.....	32
Fiksasyon.....	32
Boyama.....	32
3.2.6. AMF'un kolonizasyon yüzdesinin hesaplanması.....	33
3.2.7. Toprakta AMF spor yoğunluğunun belirlenmesi.....	34
3.2.8. Mikorhizal bağımlılığın belirlenmesi.....	35
3.2.9. Bitkilerde fosfor analizi.....	36
3.3. İstatiksel Değerlendirme.....	36
4. BULGULAR	37
4.1. Bitki Gelişimini Teşvik Eden (PGPR) Bakteri İzolatlarının Seçimi	37
4.2. PGPR x AMF Kombinasyonlarının Karnabahar, Ispanak ve Isırgan Otu Bitkilerine Etkileri.....	39
4.2.1. Morfolojik gelişim parametreleri ve fosfor (ppm) içeriği.....	39
4.2.2. Bitki köklerinde AMF (ERS Endo Roots Soluble) ile <i>Gigaspora margarita</i> 'nın kök kolonizasyonu ve spor yoğunluğu.....	47
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	51
KAYNAKLAR.....	57
ÖZ GEÇMİŞ.....	67

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. PDA besiyerinin bileşenleri ve miktarları (1000 ml).....	24
Çizelge 3.2. King-B besiyerinin bileşenleri ve miktarları (1000 ml).....	24
Çizelge 3.3. NGA besiyeri bileşenleri ve miktarları (1000 ml).....	24
Çizelge 3.4. Muamele grupları.....	26
Çizelge 4.1. Karnabahar bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının fidelerin yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), bitki boyu (cm) değerleri ve etkisi.....	37
Çizelge 4.2. Ispanak bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının fidelerin yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), bitki boyu (cm) değerleri ve etkisi.....	38
Çizelge 4.3. Isırgan otu bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının fidelerin yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), bitki boyu (cm) değerleri ve etkisi.....	39
Çizelge: 4.4. Karnabahar bitkisinde ölçülen gelişim parametreleri.....	41
Çizelge:4.5. Ispanak bitkisinde ölçülen gelişim parametreleri.....	43
Çizelge:4.6. Isırgan otu bitkisinde ölçülen gelişim parametreleri.....	45
Çizelge:4.7. AMF türleriyle inokule edilen PGPR (TR21/1, CB36/1) izolatlarının karnabahar bitkisinin kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)’na etkisi....	47
Çizelge:4.8. AMF türleriyle inokule edilen PGPR (TR21/1, CB36/1) izolatlarının ıspanak bitkisinin kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)’na etkisi...	48
Çizelge:4.9. AMF türleriyle inokule edilen PGPR (TR21/1, CB36/1) izolatlarının ısırgan otu bitkisinin kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)’na etkisi.....	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Karnabahar yetiştirilen tarladan görünüm.....	12
Şekil 2.2. AMF'nın hayat döngüsü, a) sporun çimlenmesi ve asimbiyotik gelişimi, b) konukçu bitkinin enfekte olması ve pre-simbiyotik gelişimi, c) kök epidermisine nüfuz etmesi ve birinci kök korteks tabakasında kolonizasyon oluşumu, d) kortikal hücrelerin içerisinde arbüskül oluşumu, e) kök korteks hücresinin içerisinde intraselüler hif oluşumu, AMF hiflerinin içerisinde büyük yağ damlacıkları, f) ekstraradikal miseller ve diğer generasyon için yeni sporlar.....	13
Şekil 3.1. Araştırmanın gerçekleştirildiği laboratuvar ve iklim odası.....	25
Şekil 3.2. Tohumların ekilmesi ve ekilen tohumların ilk çıkışları.....	26
Şekil 3.3. PGPR uygulanmış a) karnabahar, b) ıspanak, c) ısırgan otu bitkilerin genel görünümü.....	27
Şekil 3.4. King-B besiyerine çizgi ekimi.....	27
Şekil 3.5. a) PGPR'e steril saf su eklenmesi b) 30 dk PGPR ile bekletilen tohumlar c) kurutma kağıtlarında PGPR'lı tohumlar d) buzdolabında bekletilen tohumlar.....	28
Şekil 3.6. AMF uygulanmış saksılardan genel görünüm.....	29
Şekil 3.7. Fidelere PGPR içirme yönteminin uygulanması ve besin solüsyonunun verilmesi.....	30
Şekil 3.8. Fidelerin yıkanması işlemi.....	31
Şekil 3.9. Bitki boyu, sürgün çapının ölçülmesi ve yaş ağırlıkları.....	31
Şekil 3.10. Bitkinin kuru ağırlığı.....	31
Şekil 3.11. Köklerin AFA da muhafaza edilmesi.....	32

Şekil	Sayfa
Şekil 3.12. AMF varlığını saptamak için bitki köklerine uygulanan boyama işlemleri...	33
Şekil 3.13. Boya çözeltisinin köklere aktarılması ve 50°C'lik sıcak suda 5 dk bekletilmesi.....	33
Şekil 3.14. Grid-Line Intersect Metodu.....	34
Şekil 3.15. a) 80 ve 45 µm'luk elekler b) AMF'lu toprağın beher glass içerisinde toplanması c) tüp içerisindeki sıvının 2000 devirde 3 dk santrifüj edilmesi.....	35
Şekil 3.16. Öğütme, ön yakma ve kül fırın işlemleri.....	36
Şekil 3.17. Süzüklerin elde edilmesi, ısıtma işlemi ve spektrofotometre.....	36
Şekil 4.1. Karnabahar ve ıspanak bitkilerine uygulanan CB36/1 ile TR21/1 bakteri izolatlarının AMF türleri ile inokulasyonundan 7 hafta sonraki morfolojik gelişiminden görünüm	40
Şekil 4.2. Isırgan otu bitkisine uygulanan CB36/1 ile TR21/1 bakteri izolatlarının AMF türleri ile inokulasyonundan 7 hafta sonraki morfolojik gelişiminden ve püsküllerinden görünüm.....	40
Şekil 4.3. Karnabahar bitkisine uygulanan muamele grupları A) kontrol B) ticari AMF C) bakteri CB36/1 D) <i>G. margarita</i> TR21/1	42
Şekil 4.4. Ispanak bitkisine uygulanan muamele grupları A) kontrol B) bakteri CB36/1 C) ticari AMF D) <i>G. margarita</i>	44
Şekil 4.5. Isırgan otu bitkisine uygulanan muamele grupları A) kontrol B) ticari AMF TR21/1 C) <i>G. margarita</i> TR21/1 D) bakteri CB36/1	46
Şekil 4.6. Karnabahar x ticari AMF kombinasyonundan kök kolonizasyonu.....	48
Şekil 4.7. Karnabahar x <i>G. margarita</i> x CB36/1 kombinasyonundan toprak sporu.....	48
Şekil 4.8. Ispanak bitkisine uygulanan ticari AMF muamele grubundan görülen kök kolonizasyonu.....	49
Şekil 4.9. Ispanak bitkisine uygulanan <i>G. margarita</i> muamele grubunda görülen toprak sporu.....	49
Şekil 4.10. Isırgan otu bitkisine uygulanan ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda görülen toprak sporu.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
br	Birim
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cm	Santimetre
C°	Santigrad Derece
Cm²	Santimetre Kare
da	Dekar
dk	Dakika
Fe	Demir
g	Gram
K	Potasyum
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
mg	Magnezyum
ml	Mikrometre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
N	Azot
Na	Sodyum
NaH	Sodyum Hidrür
NaHS	Sodyum Hidrosülfit
Ni	Nikel
nm	Nanometre
P	Fosfor

Pb	Kurşun
pH	Power Hidrojen
ppm	Milyonda bir kısım
%	Yüzde
Zn	Çinko

Kısaltmalar

Açıklama

AFA	Alkol / Formaldehit / Asetik asit karışımı sıvısı
AMF	Arbüsküler Mikorhizal Fungus
IAA	İndol Asetik Asit
NB	Nutrient Broth
NGA	Nutrient Glucose Agar
PDA	Potato Dextrin Agar
PGPR	Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakteri
SAS	Statistical Analysis Software
VAM	Vesiküler Arbüsküler Mikorhiza
CB36/1	<i>Ochrobactrum</i> sp.
CA41/1	<i>Bacillus thuringiensis</i>
14/1Y	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
TR21/1	<i>Pseudomonas putida</i>
30/1m	<i>Pseudomonas fluorescens</i>

1. GİRİŞ

Günümüzde karşılaştığımız en önemli sorunlardan birisi, sınırlı düzeyde bulunan doğal kaynaklar üzerindeki nüfus artış hızıdır. Bu artış sonucunda, insanların talepleri her geçen gün artmakta ve Türkiye’de sebze üretiminde yükselme görülmektedir (Vural ve ark., 2000). Türkiye’nin iklim koşullarına uygunluğu bakımından birçok sebze türü yetiştirilmektedir. Türkiye sebze üretiminin yaklaşık %3.4’nü karnabahar, ıspanak gibi Turpgiller (Brassicaceae) ve Chenopodiaceae familyalarına ait sebze türleri oluşturmaktadır. Urticacea familyasına ait bitkiler ise hem endüstri hem de tıp alanında büyük öneme sahiptir.

Turpgiller familyası, tropik alanlara oranla Kuzey Yarımkürede daha fazla yetişmektedir (Kochl ve ark., 2006). Bu familya dünyada 338 cins ve 3700 tür bulunmaktadır. Tür sayısı bakımından Türkiye’nin Amerika Birleşik Devletleri’nden daha geride olduğu belirtilmiştir. Türkiye’de 85 cins ve 515 tür yer almaktadır. (Al-Shehbaz et al., 2006, Erden ve ark.,2017). Turpgiller içerisinde çoğunlukla tek yıllık bitki türleri bulunmakla birlikte çok yıllık türler ve küçük çalı türleri de bulunmaktadır (Warkwick ve Sauder, 2005).

Brassicaceae, Turpgiller olarak bilinen, dünyada ekonomik değeri yüksek en önemli familyaların başında yer almaktadır. Bu familyaya ait endüstriyel yem ve yağ bitkisi alanlarında birçok sebze türü tüketilmektedir. Karnabahar (*Brassica oleracea*), lahanası (*Brassica oleraceae L. capitata.*), hardal (*Brassica nigra*), kanola (*Brassica napus L.*) ve turp (*Raphanus sativus*) gibi sebze türleri en çok kullanılan besin kaynakları arasında bulunmaktadır.

Karnabahar, (*Brassica oleracea*) Brassicaceae familyasına ait önemli bir sebze türüdür. Eski zamanlardan beri dünyada karnabaharın ana vatanı Akdeniz havzası; özellikle Güney İtalya ve Güney Avrupa olduğu bilinmektedir (Anonim, 2014 a). Türkiye’de karnabahar üretimi 80.057 da’lık alanda 195.248 ton olarak gerçekleştirilmektedir. En çok üretiminin yapıldığı bölgeler sırasıyla; Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Marmara Bölgesidir (Anonim, 2017 a). Karnabahar da taç büyüklüğü ve rengi türlerine göre farklılık gösterir. Genellikle tacın rengi beyaz ve krem renginde olup güneş

ışığından etkilenecek sarımsı renk alır. Kökleri saçak, gövdesi selülozik bir yapıya sahiptir (Kasap, 2010).

454 g taze karnabaharın besin değeri şöyledir: 200 br. A vitamini, 0.21 mg B1 ve B2, 1.2 mg niacin, 141 mg C vitamini, 45 mg kalsiyum, 147 mg fosfor ve 2.2 mg demir (Koç, 2002).

Karnabahar, tadıyla iddialı olmasa da insan sağlığı açısından özellikle; potasyum, A, B1, B2, K vitaminlerini ve antioksidan maddesini içerisinde barındırması kalp hastalıklarına yakalanma riskini azaltmaktadır. Karnabaharda çok az miktarda yağ ve sodyum bulunduğundan diyet sebzesi olarak kullanılmaktadır (Vural ve ark., 2000; Kirsh ve ark., 2007). Yapısında bulundurduğu sülfür bileşeni, kandaki toksik maddelerin vücuttan atılmasına yardımcı olur ve karaciğere yararlıdır. Karnabaharda bulunan çinko elementiyile yaralar iyileşmekte; magnezyum ve fosfor elementleriyle kemikler normal çalışıp güçlenmektedir. Saç ve cilt sağlığı için önemli mineralleri içermektedir. Dalak rahatsızlığını önleyici, bağırsak çalışmalarını düzenleyici ve zihinsel yorgunluğu özelliğinden yaygın olarak kullanılmaktadır. Karnabaharda yüksek miktarda bulunan demir ve potasyum kansızlığı önleyerek, tansiyon düzeyini dengelediği belirtilmiştir (Anonim, 2014 b).

Son zamanlarda Türkiye’de karnabahar üretimi ve tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir. Türkiye’de karnabahar, serin iklim sebzesi olmakla beraber sonbahar ve kış mevsimlerinde yetiştirilmektedir (Paksoy ve ark., 2006). Türkiye’de sebze ortalamaları verimi açısından karnabahar 6. sırada yer almaktadır. (Kıl, 2014). Karnabahar, diğer Brassicaceae türlerine oranla bitki gelişiminde ekolojik koşulları bakımından seçici olması, yetiştiriciliğini zorlaştırmaktadır (Balkaya, 2016). Bunlardan en önemlisi olan sıcaklık, nem ve ışığa göre etkisini arttırdığı için yüksek sıcaklıklara karşı dirençsizdir (Kasap, 2010). Çiçek tablası oluşurken, sıcaklığın artmasıyla generatif üreme geçmektedir. Karnabahar yetiştiriciliği yapılırken, yetiştiricilik dönemine (tohum ekimi ve fide dikimi) dikkat edilmelidir (Liptay, 1981; Hill, 1989; Hadly ve Pearson, 1998). Aksi takdirde verim oldukça düşer. Bununla birlikte ülkemizde ve dünyada karnabahar yetiştiriciliği yapılırken en önemli sorun olan fungal ve bakteriyel etmenlerle karşılaşmaktadır. Bu etmenlerinden bazıları; Siyah Çürüklük (*Xanthomonas campestris*), Bakteriyel Yaprak Lekesi (*Pseudomonas sryngae*), Alternaria Yaprak Lekesi (*Alternaria spp.*)’dir (Anonim, 2016 a).

Dünya’da sebze üretiminin yapıldığı bir diğer familya ise; Chenopodiaceae familyasıdır. Bu familya, dünyada 103 cins ve 1400 tür içermektedir. Türkiye’de ise 33 cinse ait 129 üyesi yer almaktadır (Bıçakçı ve ark., 2010). Familyaya ait türler genellikle tek veya çok yıllık otsu bitkiler olmakla beraber; kurak, tuzlu, N ve K değerleri yüksek oranda olan topraklarda görülmektedir. Bu türler hem tarım alanlarında hem de süs bitkisi olarak bahçelerde yetiştirilmektedir. Endüstriyel, yem bitkisi, besin kaynağı gibi birçok alanda tüketilmektedir. Sirken, şeker pancarı ve ıspanak bunlardan bazılarıdır.

Ispanak, Chenopodiaceae familyasının bir üyesidir. Ispanağın kökeni tam olarak çoğu araştırmacı tarafından bilinmemekle birlikte Orta ve Güneybatı Asya olduğu kabul edilmektedir. Türkiye’de; Doğu Karadeniz Bölgesinde nadir olarak, diğer bölgelerin ise tamamında yetişebilen bir sebzedir (Özenç ve Şenlikoğlu, 2017). Türkiye’de Ispanak üretimi 161.510 da’lık alanda 210.999 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2017 a). Ispanak verim ve kalite bakımından 4. Sırada yer almaktadır. Ispanak kış mevsimi boyunca bütün bölgelerimizde yetiştiriciliği yapılabilmektedir. (Vural ve ark., 2000; Eşiyok, 2012). Ispanak bitkisi çiğ haliyle 454 g da 35.0 ünitelik A vitamini, 44 mg B1, 90 mg B2, 2.6 g niacin, 219 mg C vitamini, 301 mg kalsiyum, 205 mg fosfor ve 11.2 mg demir içerir (Koç, 2002).

Ispanağın, geçmiş yüzyıllardan beri alternatif tıp alanında hastalıkların tedavisinde kullanılması, içerdiği vitamin ve minerallerce zengin olmasındandır. Düşük kalorili olmasına rağmen çiğ ya da haşlanmış şekilde tüketilen ıspanağın içeriğinde yüksek oranda C vitamini bulunmaktadır (Toledo ve ark., 2003). Birçok kanser çeşidine karşı etkili olup kalp krizini önleyici, kan basıncını düşürücü özelliğe sahiptir (Anonim, 2015 a). Yapısında bulundurduğu secretin maddesi sindirim sistemini kolaylaştırmakta ve kilo vermede etkilidir. Ispanak Fe, K, Ca bakımından zengin olmasına rağmen terkindeki oksalattan dolayı böbrek hastaları için uygun değildir. (Vural ve ark., 2000; Şalk ve ark., 2008; Morelock ve Correll, 2008; Özenç ve Şenlikoğlu, 2017).

Ispanak, serin iklim bitkisi olan ve tohum ekimiyle yapılan tek yıllık bir sebze türüdür. Ayrıca killi topraklar dışında tüm toprak çeşitlerinde de yetiştirilmektedir. Işığa, sıcaklığa ve neme karşı hassas olduğundan hasattan hemen sonra bozulmadan işlem görmesi gerekmektedir (Alibas ve Okursay., 2012). Aksi takdirde; ıspanak mildiyösü (*Peronospora farinosa f. sp. spinaciae* Byford), kök çürüklüğü (*Rhizoctonia* Ag),

Fusarium solgunluğu, bakteriyel yumuşak çürüklük (*Pectobacterium* spp.), gibi birçok fungal ve bakteriyel hastalıklarla karşılaşmaktadır (Anonim, 2017 b).

Urticaceae familyası hem tropikal hem subtropikal bölgelerde yayılmaktadır. (Mabberley, 1997). Dünya’da 48 cins ve 1050 türü içermektedir (Cronquist, 1981). Familyaya özgü türlerin yaprak yüzeylerinde bulunan yakıcı tüyler, deride kızarma ve kaşınma hissi verir. Yakıcı tüylerin içerisinde asetilkolin, karınca asidi, histamin ve formik asit bulunmaktadır. Bu türler ılıman bölgelerde yetişen yabancı otlar olarak da bilinmektedir. Urticaceae familyasının türleri tek yıllık ve çok yıllık bitkilerdir (Ayan ve ark., 2006). Bu familyaya ait en çok üretimi yapılan bitki ısırgan otudur.

Isırgan otu, Urticaceae familyasına ait kök veya tohum ile çoğalan, yavaş yayılabilen yabancı bir ottur. Rizomlu köklere ve tek tohumlu yapıya sahiptir (Koç, 2002). Dünyada Kuzey Avrupa, Kuzey Afrika, Kuzey Amerika, Akdeniz ülkeleri ve Asya ülkelerinde doğal yayılış gösterdiği bilinmektedir. Türkiye’de Isırgan otu üretimi 5 da’lık alanda 1 ton olarak gerçekleşmektedir (Anonim, 2017 a). Ülkemizin ılıman bölgelerinde özellikle; ot bakımından elverişli alanlarında, kültür bitkilerinin arasında, yol kenarları ve duvar diplerinde doğal olarak yetişen otsu bir bitkidir (Koç, 2002).

Isırgan otu, geçmişten günümüze birçok alanda; yara, karaciğer yetmezliği; romatizmal ödemlerin boşaltılması, böbrek rahatsızlıkları; zayıflama çayları, bitkisel ilaçların yapımı; kumaşta yırtılmaya ve darbelere karşı kullanılmaktadır (Bown, 1995; Konrad ve ark., 2000; Leporatti ve Corradi, 2001; Miraldi ve ark., 2001; Petlevski ve ark., 2001). Sanayide klorofil elde etmekle birlikte köklerinden sarı renkli boya maddesi üretilmektedir (Bown, 1995). Özellikle yapısında bulunan mineral maddeler sayesinde gübre olarak bitki yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır (Raupp ve König, 1996). Tütünde görülen canavar otuna (*Orobanch*) karşı ısırgan otu kullanılarak koruma sağlanmaktadır (Öden ve ark., 2004). Ayrıca kök, yaprak, rizom ve tohumları drog olarak da kullanılmaktadır (Koç, 2002).

Isırgan otu bitkisinde iklim seçiciliği yok denecek kadar az olmasına rağmen bu bitki, gölgeden hoşlanmaz; güneş ışığı bu bitkinin gelişiminde doğrudan etkilidir. Düşük sıcaklıklara karşı dayanıklıdır fakat uzun süren don olaylarından olumsuz etkilenir. Azot, fosfor gibi organik maddelerce zengin topraklarda iyi gelişir. Nem ve besin maddeleri değerince yüksek olan arazilerde ısırgan otunun bulunma olasılığı yüksektir (Anonim, 2015 b).

Yukarıda sözü edilen bu tür bitkilerin kalite ve verimini arttırmak, besin elementleri ve su alımını kolaylaştırmak; hastalık ve zararlılara karşı korumak, kimyasal pestisit ve gübre kullanımına olan talebi azaltmak, uygun yetiştirme koşulları gibi kültürel mücadele yöntemleri büyük önem taşımaktadır. Bu yöntemlerin yetersiz kalması ve dünyada çevre sağlığına duyulan hassasiyetin artmasıyla birlikte toplum tarafından alternatif yöntemler kullanılmaktadır. Son zamanlarda insan ve çevreyi zararlı etkilerden koruyan organik tarım, sürdürülebilir tarım ile bu yöntemler kolaylık sağlamaktadır. İyi tarım uygulamalarında bu yöntemleri karşılayan, biyo gübre olarak kullanılan biyolojik kontrol ajanları bulunmaktadır.

Bu çalışmada, üzerinde en çok durulan biyolojik kontrol ajanları arasında, Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler (PGPR) önemli bir yere sahiptirler (Caron ve ark., 1985; Linderman, 1992; Bora ve ark., 1994; Demir, 1998).

Mikorhiza kelimesi kök fungusu anlamına gelmektedir (Gai ve ark., 2006; Martin ve Slater 2007). Eski zamanlardan beri AMF'in bitkilerle iş birliği veya simbiyotik ilişki kurdukları bilinmektedir (Smith ve Read.,2008). Bu ilişki toprakta bulunan fungusların sporları ve hiflerin bitki köklerine yönelmesiyle gerçekleşmektedir (Peterson ve Farquhar.,1994). Rizosferde bulunan bitki kökünün canlılığını korumak, gerekli temel ihtiyaçlarını karşılamak için ulaşamadığı yerlere bitki kökünde biriken fungal örtü vasıtasıyla bir bağlantı oluşturulmaktadır. Böylelikle bitki de mikorhizanın gelişimi için gerekli olan fotosentetik ürünlerinden yararlanmasını sağlamaktadır (Demir, 1998; Erzurumlu ve Kara., 2014; Çakmakçı ve ark., 2017).

Son yıllarda bu simbiyotik ilişkinin birçok alanda kullanılması her geçen gün önemini arttırmıştır. (Gai ve ark., 2006; Martin ve Slater 2007). Mikorhizal fungusların simbiyotik ilişki kurduğu bitki kökleri arasındaki değişkenlik morfolojik, misel ve spor yapıları açısından farklı gruplara ayrılmasını sağlamıştır (Marschner, 1995). Bu gruplar arasındaki en iyi bilinen Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lardır. Rizosferin etkili bileşenleri arasında yer alan AMF, bitkiyi bazı stres faktörlerinden korumakla beraber bitki gelişimi ve bitki canlılığının korunması açısından da büyük katkıları vardır. (Demir ve Özrenk 2009). Ayrıca kimyasal gübre kullanımına olan talebi azaltarak kalite ve verimi artırır, kök hastalıklarına karşı mücadelede pozitif yönde etki gösterir ve nematodlara

karşı bitkiyi korur (Ocak ve Demir, 2012). Bitkinin kuraklık, pH, toprak yapısı gibi olumsuz çevre koşullarından etkilenmesini önler (Hayman ve Mosse, 1972; Bolan, 1991).

Günümüzde simbiyotik özelliğini taşıyan özel yapılar; tropik yağmur ormanlarında, tuzlu ve sodalı toprak alanlarında bulunarak çeşitli çevre koşullarına adapte olabilmektedir (Quilambo, 2003; Strack ve ark., 2003). Funguslar ile simbiyotik ilişki kuran kökler, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerince zengindir (Demir, 1998).

AMF'lerin konukçu seçicilikleri olmamasına rağmen; Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyaları üyesi bitki türlerinde simbiyotik yaşam oluşturma yönünde negatif etkide bulunmaktadır. (Smith ve Read, 2008; Brundrett 2009; Tushar ve Satish, 2013). Söz konusu bu bitkilerin kök salgıları AMF'nin gelişimini olumsuz yönde etkiledikleri belirtilmektedir. Bu familyalarda kolonizasyon oluşmaması dört nedene bağlanmaktadır. Bunlar:

- 1: Bitki kök kolonizasyonu için gerekli olan kimyasalları salgılayamamaktadır,
- 2: Simbiyotik yaşamının ilk evresinde bitki fungusu algılayamamaktadır.
- 3: Bitki fungusun kolonizasyon oluşmasını önleyerek fiziksel engeller meydana getirmektedir.
- 4: Bitki AMF'nin gelişimini engelleyecek anti fungal bileşikler salgılamaktadır (Sosa-Rodriquez ve ark., 2013).

AM fungusları rizosferde bulunan diğer yararlı mikroorganizmalar ile etkileşime girmektedir. Bazı spesifik bakteriler hem arbüsküler mikorhiza sporlarının çimlenmesini teşvik etmekte hem de bunların daha yoğun kolonize olmasını sağlamaktadır. AMF, Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR) ile rekabet edilebileceği gibi birlikte etkileşime de girebilmektedirler.

Toprak, çok farklı mikroorganizmayı içerisinde barındırmaktadır. Bitkilerin kök çevresi (rizosfer) bölgesindeki bitki köklerini kolonize eden ve aralarında olumlu yönde ilişki kuran (antibiosis, rekabet, kazanılmış dayanıklılık) saprofitik karakterli mikroorganizmalar kök bakterileri (rhizobakterler) olarak adlandırılmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar faydalı rhizobakterlerin bitki gelişimi üzerindeki pozitif etkisi, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşın uyumuyla günden güne önemi artmaktadır (Kloepper, 2003; Soylu, 2011; İmriz ve ark., 2014).

Antimikrobiyal maddeler üretip patojen gelişimini engelleyen, bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı yollarla teşvik eden rizobakterler (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) PGPR olarak tanımlanmaktadır (Kloepper ve ark., 1989; Piao ve ark., 1992).

Bu bakteriler üzerindeki çalışmalar Çin'de 1979 yılında başlanmış, 1985 yılında da daha kapsamlı alanlara geçilmiştir (Chen ve ark.,1996). Çalışmalar sonucu kök bakterilerin bitki gelişimini teşvik etmesinin yanı sıra antagonistik özelliğe sahip olduğu da belirtilmiştir (Bayrak ve Ökmen., 2014).

Yapılan çalışmalar sonucunda bir bakteri türünün birden fazla PGPR özelliği taşıyabileceği belirtilmiştir. Böylelikle biyolojik gübre olarak kullanılmasının yanı sıra biyolojik kontrol ajanı olarak da kullanılmaktadır (İmriz ve ark., 2014). Fakat birçok araştırmacı, PGPR bitki gelişimini uyarma etkisi ile biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmasının ayrımını yapamamaktadır (Chen ve ark.,1996).

PGPR'in etki mekanizması; i) bitki büyüme hormonlarını sentezler, ii) havanın serbest azotunu bitkiye bağlar, iii) toprakta bulunan demiri çözen sideroforları bitki köklerine bağlar, iv) nodül oluşturur, v) toprakta bol miktarda bulunan fosfatın bitkiler tarafından alınımını kolaylaştırarak çalışır (Zahir ve ark., 2003).

Kök bakterileri tarafından alınan sidereforlar yardımıyla toprakta az sayıda bulunan demir alınarak patojenlere karşı dirençlidir (Altın ve ark., 2005). Kök bakterilerin yapısında bulunan sitrik asit, glukonik asit, organik asitler sayesinde toprakta kullanılmayan fosfor çözülür; bitkiler tarafından alınabilir forma dönüştürülerek verimde artış sağlanır (Seshadri ve ark., 2000; Altın ve Bora, 2005).

PGPR, tohum çimlenmesinde ve kök gelişiminde bitkinin temel ihtiyacı olan su ve besin alımını kolaylaştırmaktadır (Siddiqui, 2006). Aynı zamanda ülkemizde ve dünyada bu tür bakterilerin birçok bitkinin gelişimini teşvik ettiği belirtilmektedir (Cakmakci ve ark., 2006; Anjum ve ark., 2007; Mena-Violantea ve Olalde-Portugal, 2007; Soylu ve ark., 2008)

Bu çalışmada, Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lar ile simbiyotik yaşam oluşturma yönünde negatif etkide buldukları düşünülen Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyalarına ait bazı bitki türlerindeki AMF oluşumuna PGPR'ların etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Öncelikli olarak; bitki gelişimine teşvik eden en başarılı iki bakteriyi belirlemek amacıyla; beş farklı bakteri izolatu ile üç farklı bitki çeşidi

inokule edilerek gelişim parametresine göre seçilmesi sağlanmıştır. PGPR' in bu familyalara ait bitkilerin gelişimini teşvik etmesi ve mikorhizal kolonizasyon üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla iki farklı PGPR ile iki farklı AMF türü inokule edilmiştir. Böylelikle bu iki biyolojik ajanın birbiriyle interaksyonları ve bu interaksyonların etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae Familyaları ve Bu Familyalara Ait Bitki Türleri Hakkında Genel Bilgiler

Brassicaceae familyası hakkında yapılan çalışmaların her geçen gün tür ve cins bakımından arttığı görülmektedir. Tür sayısı bakımından Türkiye'nin Amerika Birleşik Devletleri'nden daha geride olduğu vurgulanmıştır (Erden ve ark., 2017). Bu familyanın endüstri, yağ bitkisi, sebze türleri olarak birçok alanda kullanıldığı belirtilmiştir (Sıralı, 2013). Sebzelerin insan sağlığı ile dengeli beslenmede gerekli olması talebini ve üretimini arttırmıştır (Vural ve ark., 2000). Karnabahar Brassicaceae familyasına ait kültüre alınan, besin değeri yüksek bir sebze türüdür (Martin ve ark., 2011). Karnabaharın kökeni hakkında net bir bilgi yoktur. Geçmiş yüzyılda Akdeniz havzasında özellikle Güney İtalya ve Güney Avrupa'nın karnabaharın ana vatanı olduğu ileri sürülmüştür (Anonim, 2014 a).

Karnabahar yaprakları, genellikle oval ve lahana bitkilerine oranla daha uzundur (Şekil 2.1). Taç oluşumu dönemine kadar yaprak sayısı 15-30 arasında değişmekte ve bu erkenciliğe girmektedir. Birçok araştırmacı karnabaharda tacın morfolojik yapıları konusunda karara varamamıştır. Kimisine göre çiçeklerin taç üzerinde dallandığı, kimisine göre ise boğum aralarında oluştuğu açıklanmaktadır (Eşiyok, 2012; Tavalı., 2013).

Al-Shehbaz ve ark. (2006) Brassicaceae familyasına ait türlerin karakteristik, köken, genetik yapıları ve morfolojik yapıları üzerinde çalışma yapmıştır. Bu yapıların 7 sinin yeni olup toplamda 25 türden oluştuğu belirtilmiştir. Fakat çoğu araştırmacı tür ve cins sayılarını net bir karara bağlamaması gelecekte araştırma konusu olabileceği düşünülmüştür.

Bitki kalıntılarının münavebeli yetiştiricilikte bitkinin verimini, kalitesini bitkinin türüne ve yetiştirme zamanına göre etki ettiği bildirilmiştir. Yetiştiriciliği yapılan lahana ve karnabaharın domates verimini arttırdığı gözlemlenmiştir. Münavebenin patlıcan üzerindeki etkisi, yetiştirildiği yıla göre farklılık göstermektedir (Bozokalfa ve ark., 2009).

Lahanalar; yaprak, gövde ve kök kısımlarının tüketilmesinin yanı sıra tohumluk olarak da kullanılmaktadır (Yanmaz, 2016). Lahanalar, tohum üretimi bakımından iki yıllık serin iklim bitkileridir. Lahanalarda klasik yöntemlerle tohum üretimi yapıldığından yetiştiriciliği uzun sürmektedir. Bu nedenle tohum üretimi süresini kısaltmaya yönelik birçok ıslah çalışması yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda çiçeklenme zamanının düzenlenmesiyle, bu sorunun hızlı çoğaltım tekniklerini artırabileceği belirtilmektedir (Doğru ve ark., 2015).

Bitkinin gelişim gösterebilmesi için toprağın fiziksel ve kimyasal özelliğiyle iyi olması gerekmektedir. Toprak, organik kökenli materyallerle bitki besinlerince zenginleşebilmektedir (Aydeniz ve ark., 1991; Bender ve ark., 1998). Bu konuda yapılan çalışmalarda organik ve mineral gübrelerin farklı dozlarda uygulanması sonucu karnabahar bitkisinin bitki gelişim parametresini arttırdığı, taç kalitesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Kıl, 2014; Bozokalfa ve ark., 2017).

Dünya’da sebze üretiminin yapıldığı bir diğer familya ise; Chenopodiaceae familyasıdır. Yapılan araştırmalar sonucunda Chenopodiaceae familyasına ait türlerin hemen hemen bütün toprak çeşitlerinde yetiştiği ve geniş bir yayılım göstermektedir (Akman ve ark., 2007; Yıldız ve Aktoklu., 2010). Familyaya ait bazı türler tarım, endüstriyel alanda kullanılmakla beraber yem ve süs bitkisi olarak da bahçelerde yetiştirilmektedir (Yıldırım, 2003; Yıldız ve Aktoklu., 2010). Besin kaynağı olarak kullanılan ıspanak bu familyaya ait tek yıllık serin iklim sebzesidir (Akman, 2007; Yıldız ve Aktoklu., 2010).

İspanak tohumları, meyvenin içinde gizlidir. Birçok araştırma sonucunda ıspanak tohumlarının hem dikenli hem dikensiz yapıya sahip olduğu bildirilmiştir. Dikenli tohumları olumsuz çevre koşullarına dayanıklı olmasına rağmen tüketimde büyük sıkıntılara yol açtığından üretimi durdurulmuştur. İspanağın kök yapısı, iklim ve toprak koşullarına göre değişmektedir. Yağışın bol olduğu ve besin değerince zengin olan topraklarda yüzeysel köklü olarak; kurak bölgelerde ise kazık köklü gelişirler. İspanağın yaprakları rengine, şekline, büyüklüğüne, kıvrıcılığına, bulunduğu bölgeye ve çeşidine göre değişmektedir (Eşiyok, 2012).

Yapılan çalışmalarda, ıspanağın tuz stresine karşı dirençli olduğu, sodyum, klorür, permeabilite bakımından arttığı gözlemlenmiştir. (Eraslan, 2008). Tokat’ın üretim bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan kışlık sebzeler (marul, lahana, ıspanak, pırasa),

Ordu'nun sera koşullarında yetiştirilen ıspanağa azot gübreleri uygulanmış ve muamele grupları arasındaki fark belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda nitrat uygulanan muamele gruplarında artış olduğu, bitki gelişimini teşvik ettiği, kompost ürünlerinin gübre uygulamasını desteklediği kaydedilmiştir (Karaman ve ark., 2000; şenlikoğlu, 2015).

Hidrojen sülfür (NaHS) elementinin bitkilerin fizyolojik yapılarını düzenlediği ne sürülmektedir. Chen ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada hidrojen sülfürün, ıspanak fideleri üzerindeki fizyolojik etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda NaH ile ıspanaktaki klorofil ve kloroplast içeriğinin arttığı, NaHS uygulanmış muamele gruplarında ise bitki gelişim parametrelerini, fotosentez oranlarını ve protein içeriklerini arttırdığı saptanmıştır.

Isırgan otunun iklim seçiciliği olmadığı gibi toprak seçiciliği de yoktur. Hipps ve ark. (2005) yaptığı çalışmada ısırgan otunun (*U. dioica*) fosfor içeriği bakımından zengin olduğu ve toprağı beslediği bildirilmiştir. Avrupa'da ısırgan otunun ikinci dünya savaşına kadar lif bitkisi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Darbelere ve yırtılmalara karşı dayanıklı olan lif bitkisinin yapılan çalışmalar sonucunda %1.2 ile %16 arasında lif içerdiği saptanmıştır. Avusturalya'daki beş çeşit ısırgan otunun lif üretimi amacıyla yetiştiriciliği yapılmıştır. Araştırma sonucunda 3. yıldan alınan lif üretiminin 2. yıla oranla daha fazla olduğu ve lif kaliteleri arasında fark bulunmadığı saptanmıştır (Vogl ve ark., 2002).

Toskana bölgesinde tekstil ürünlerine olan talep ısırgan otunun önemini arttırmıştır. Bu bölgede yapılan çalışma sonucunda ısırgan otunun (*Urtica dioica*) yaprak ve saplarından doğal elyaf, yem ve kozmetik gibi alanlarda biyolojik özelliklerinin uygun olduğu kanıtlanmıştır (Pinelli ve ark., 2008).

den ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada ısırgan otu, ttndeki en önemli sorun olan canavar otuna karşı kullanılmış ve kullanım sonucunda zararını azalttığı belirtilmiştir.

Hudec ve ark., (2007) yaptığı çalışmada *Ekinezya purpurea*, Isırgan (*Urtica dioica* L.) ve Karahindiba (*Taraxacum officinale*) bitki köklerine uygulanan fenolik düzenleyici uygulamaları sonrasında antioksidan kapasitesi araştırılmıştır. *Ekinezya purpurea*'nın bütün fenolik bileşiklerle ilişkili olduğu, karahindibanın antioksidan içeriğiyle yüksek

olduğu gözlemlenmiştir. *Ekinezya purpurea*'da 8.5 kat, *Urtica dioica L.*'da 4.4 kat ve *Taraxacum officinale*'da 2.8 kat antioksidan bileşiminin arttığı belirtilmiştir.



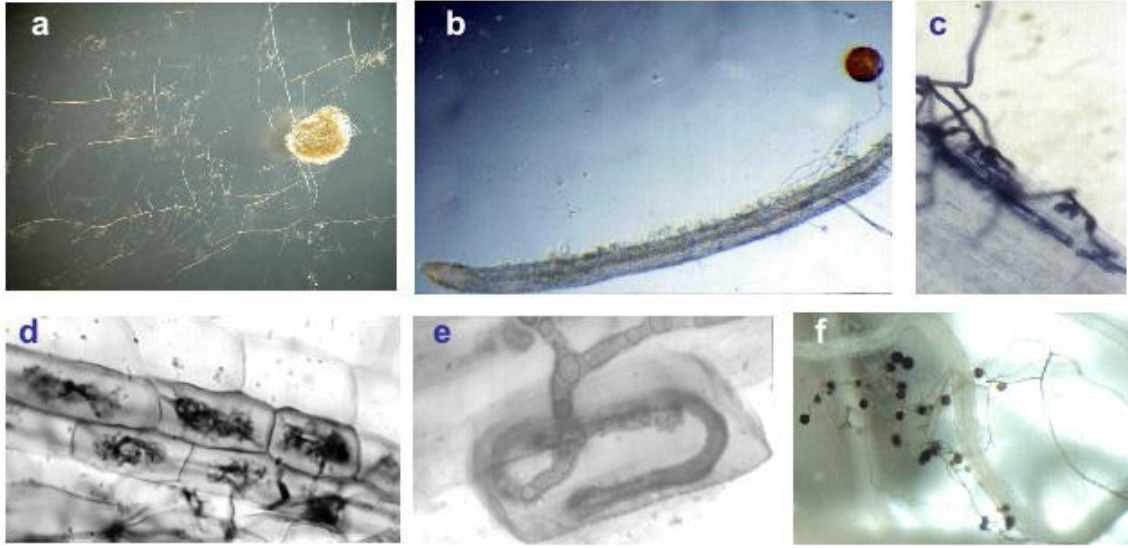
Şekil 2.1. Karnabahar yetiştirilen tarladan görünüm (Şahin, 2014).

2.2. Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)

Mikorhizanın, ilk kez 1885 yılında Bernhard Frank tarafından odunsu bitkilerin içerisinde bulunan canlı mikroorganizmaların tanımlanması üzerine ektomikorhiza grubuna ait olduğu anlaşılmıştır (Strack ve ark., 2003; Koide ve Mosse., 2004). Böylelikle karasal bitkilerin %90'ında mikorhiza ile iş birliği halinde olduğu belirlenmiştir. Mikorhizal funguslar 7 farklı bitki grubu ile simbiyotik ilişki kurar. Bunlardan en iyi bilinen Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF) olduğu belirtilmektedir (Hodge, 2000; Strack ve ark., 2003). Mikorhiza kelimesi kök fungusu anlamına gelmektedir (Gai., 2006; Martin ve Slater., 2007). Eski zamanlardan beri AM fungusların bitkilerle iş birliği veya simbiyotik ilişki kurdukları bilinmektedir (Smith ve Read., 2008). Bu ilişki toprakta bulunan fungusların sporları ve hiflerin bitki köklerine yönelmesiyle gerçekleşmektedir (Peterson ve Farquhar., 1994).

Rizosferde bulunan bitki kökünün canlılığını korumak, gerekli temel ihtiyaçlarını karşılamak için ulaşamadığı yerlere bitki kökünde biriken fungal örtü vasıtasıyla bir bağlantı oluşturulmaktadır. Böylelikle bitki de mikorhizanın gelişimi için gerekli olan fotosentetik ürünlerinden yararlanmasını sağlamaktadır (Demir, 1998; Erzurumlu ve Kara., 2014; Öztürk ve ark., 2017).

AMF kök kabuğu içerisinde emici hifler dallanmış, ağaç şeklinde bulunan arbuskül ve fungusun yağ ile besin deposu görevini gören vesikül gibi özel yapıları oluşturmuştur. Ayrıca toprak ile bitkiyi birbirine saran miselyumlar tanımlanmaktadır. AMF hifleri hem kök içinde hem de kök dışında gelişebilmektedir (Gerdemann, 1968; Dehne, 1982; Bonfante- Fasolo, 1984; Linderman, 1988; Smith ve ark., 1992; Marschner, 1995). Günümüzde AMF özelliğini taşıyan özel yapılar tropik yağmur alanlarında, tuzlu ve sodalı toprak alanlarında bulunarak çeşitli çevre koşullarına adapte olabilmektedir (Quilambo, 2003; Strack ve ark., 2003). Funguslar ile simbiyotik ilişki kuran kökler, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerince zengin olduğu öne sürülmüştür (Demir, 1998). Simbiyotik ilişkinin toprak koşullarını iyileştirdiği, erozyona engel olduğu ve toprak agregatlarının oluşumunu arttırdığı söylenmektedir. Toprakta bulunan AMF sporlarından, ıslak eleme yöntemi veya tek spor yöntemiyle saf kültür elde edilmektedir. Dolayısıyla; sporların şekilleri, büyüklükleri, renkleri buldukları toprak yapısına ve morfolojisine göre sınıflandırılmıştır (Sing ve ark., 2010) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. AMF hayat döngüsü, a) sporun çimlenmesi ve asimbiyotik gelişimi, b) konukçu bitkinin enfekte olması ve pre-simbiyotik gelişme, c) kök epidermisine nüfuz etmesi ve birinci kök korteks tabakasında kolonizasyon oluşumu, d) kortikal hücrelerin içerisinde arbüskül oluşumu, e) kök korteks hücresinin içerisinde intraselüler hif oluşumu, AMF hiflerinin içerisinde büyük yağ damlacıkları, f) ekstraradikal miseller ve diğer generasyon için yeni sporlar (Palta ve ark., 2010).

AMF'un hem bitki biyoçeşitlilik sağladığı hem de verimi arttırdığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı AMF'un, biyoçeşitliliğe ve ekosistemin işleyişine katkıda bulunan önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Bagyaraj ve ark., 2017).

AMF'lerin konukçu seçicilikleri olmamasına rağmen; Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyaları üyesi bitki türlerinde simbiyotik yaşam oluşturma yönüyle negatif etkide bulunmaktadır (Smith ve Read., 2008; Brundrett, 2009; Tushar ve Satish., 2013). Söz konusu bu bitkilerin kök salgıları AMF'nin gelişimini olumsuz yönde etkiledikleri belirtilmektedir. Bu familyalarda kolonizasyon oluşmaması dört nedene bağlanmaktadır. Bunlar:

- 1: Bitki kök kolonizasyonu için gerekli olan kimyasalları salgılayamamaktadır,
- 2: Simbiyotik yaşamının ilk evresinde bitki fungusu algılayamamaktadır.
- 3: Bitki fungusun kolonizasyon oluşmasını önleyerek fiziksel engeller meydana getirmektedir.
- 4: Bitki AMF'nin gelişimini engelleyecek anti fungal bileşikler salgılamaktadır (Sosa-Rodriguez ve ark., 2013).

Mikorhiza konusunda yapılan çalışmaların çoğu, bitki gelişimi açısından özellikle kolonizasyon oluşumu üzerine odaklanmıştır (Demir, 2002). Bu çalışmalarda farklı familyalara ait bitkilerin AMF ile etkileşimi incelenmiştir. Bunlardan bazıları;

Brassicaceae familyasına ait bazı cinslerin birden fazla ağır metali biriktirebilme özelliğinde olduğu bildirilmektedir. Örneğin *Thlaspi caerulescens* Cd, Ni, Pb ve Zn; *T. goesingense* Ni ve Zn; *T. ochroleucum*, Ni ve Zn ve *T. rotundifolium* Ni, Pb ve Zn biriktirir. Bu bitkiler çevredeki metallerin zararlı etkilerini gidermede büyük bir potansiyele sahiptir.

Glomus intraradices ve *Gigaspora margarita* AMF türlerinin (*Capsicum annuum* L.) biber bitkisinin kuru ağırlığını arttırdığı ve aralarında pozitif yönde ilişki kurdukları belirtilmiştir. Ayrıca mikorhizal kolonizasyon ve bağımlılığın yüksek çıktığı gözlenmiştir (Şensoy ve ark., 2007).

Arbusküler Mikorhizal Funguslar'ın sarımsak otu (*Alliaria petiolata*) bitkisi üzerindeki etkisi araştırılmış. Doğal orman koşullarında yetişen bitkinin AMF kök kolonizasyonu ve yapısı incelenmiş ve aralarında simbiyotik etkinin gözlenmediği saptanmıştır (Burke. D., 2008).

Asghari ve ark. 2005 tarafından yapılan denemede tuz çalısı (*Atriplex*) bitkisine AMF uygulanmasının yanı sıra tuz stresi uygulanarak tarla koşullarında, nispeten yüksek bir kolonizasyon seviyesi gözlemlendiği belirtilmiştir. Tuz stresi uygulanmayan cam sera koşullarında ise düşük kolonizasyon tespit edilmiştir. Kolonizasyon düşük olmasına rağmen bitki büyümesini arttırdığı ve tuzluluk seviyesinde ki bitkilerin besin alımını kolaylaştırdığı belirtilmektedir.

Sarwat ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada hardal bitkisinin (*Sinapis arvensis* L) tuzluluk stresindeyken AMF'nin etkisi araştırılmıştır. AMF'nin kullanılmadığı gruplarda, gelişim parametrelerinde ve klorofilde azalma olduğu fakat AMF'nin tuzluluk stresine karşı etkili olduğu belirlenmiştir. AMF'nin hardal bitkisinin gelişim parametrelerini arttırdığı gözlenmiştir. Antioksidan enzim aktivitelerinin üretilmesiyle tuzluluğa toleransı artmıştır. Benzer çalışma olarak; farklı AMF türlerinin (*G. mossea*, *G. intraradices* ve *G. margarita*) tuzlu toprak koşullarında kabak bitkisi üzerinde, bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Abdulahadi ve ark., 2017).

Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae ve Brassicaceae familyalarına ait bitki türlerine mikorhizanın etki etmediği düşünülmektedir (Lekberg ve ark., 2014). Bu familyalara ait bazı bitkilerin büyüme ya da verim üzerindeki etkisi, biyotik ve abiyotik streslere karşı direncini tespit etmek amacıyla çalışılmıştır. Fakat AMF kök kolonizasyonları ve yapıları incelendiğinde negatif bir sonuç elde edilmiştir (Zuccarini ve ark., 2016).

Danimarka çayırlarında mikorhizanın etki etmediği düşünülen, Caryophyllaceae familyasına ait karanfil (*Dianthus deltoides*) bitkisi ile AMF etkileşimi gözlenmiştir. Mikroskopik incelemeler sonucunda, yağ asidi ve moleküler tanımlamalarla birleştiğinde karanfillerin (*Dianthus deltoides*) kolonize olduğunu göstermektedir. Fakat küçük çaplı bir çalışma olmasından dolayı bu bulguları doğrulamak veya çürütmek için başka çalışmaların da olması gerektiği önerilmektedir (Lekberg ve ark., 2014).

Brassicaceae familyasına ait bitki türlerinden dar yapraklı sinirli ot (*P. lanceolata*)'un AMF'lar ile etkileşimi sonucu mikorhizal kök uzunluğu ve arbüsküler zenginliği kıyaslanmıştır. Sonuç olarak *P. lanceolata*'nın morfolojik gelişim parametreleri yüksek çıkmış olsa bile simbiyotik ilişkiye dair herhangi bir belirti görülmemiştir (Orlowska ve ark., 2002).

Aynı şekilde Brassicaceae familyasına ait mikorhiza uygulanan ve uygulanmayan bitkilere besin değerincede zengin elementler verilmiştir. Fakat her iki grupta AMF ile simbiyotik ilişki kurmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca besin elementlerinin bile bu familyanın kolonizasyon oluşumuna etki etmedikleri düşünülmektedir (Lambers ve ark., 2013).

İsviçre'nin çeşitli bölgelerinden alınan ısırgan otu bitkileri ile *Glomus mosseae* arasındaki kolonizasyonu araştırılmıştır. Sera ortamında yetiştirilen ısırgan otu bitkisinde mikorhizal simbiyotik ilişkinin gözlenmediği belirtilmiştir. Ayrıca ısırgan otunun rizomlarında bulunan kök yapılarına benzer bir protein olan agglutinin hifal kolonize oluşumu inhibe ettiği belirtilmiştir (Vierheilig ve ark., 1996).

Zuccarini ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, *Glomus* cinsine ait üç AMF türü ile su stresine maruz kalan *Spinacia oleracea* bitkisinin büyüme, verim ve kolonizasyon üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak; morfolojik gelişim parametresinde artış olduğu fakat mikorhizal uyumun iyi olmadığı gözlenmiştir.

Güneş ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyalarına ait bitki türlerinde, bitki gelişimindeki etkisi gözlenip ticari AMF (*Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus clarum*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasillianum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita*)'nin önemli olduğu görülmüştür. Brassicaceae familyasına ait Karnabahar Chenopodiaceae familyasına ait Ispanak bitkilerinde, ticari AMF'lerin AMF etkinliklerinin yüksek çıktığı görülmüştür. Urticaceae familyasına ait ısırgan otu (*Urtica urens*)'nin ise bitki gelişimindeki etkisi gözlenip ticari AMF'nin önemli olmadığı, kök kolonizasyonunda *G. margarita*'nin daha etkin olduğu görülmüştür. Fosfor miktarları bakımından muamele grupları arasında pek fark olmadığı ileri sürülmüştür.

2.3. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler (PGPR)

Yirminci yüzyılın başlarında bitki köklerinin, yaşam alanlarında bulunan biyolojik aktivitelere bağlı olduğu fark edilmiştir. Toprak mikrobiyolojisindeki en önemli terim olan Rizosfer, kökün doğrudan etkilendiği bölgedir. Bitki büyümesinde yararlı, nötr veya zararlı etkilere neden olan çeşitli mikroorganizmalar içerdiği bilinmektedir. Bitki büyümesini destekleyen rhizobakterler, yararlı rizosfer bakterileri olarak kabul edilmiştir.

Bitki gelişimini uyarayan kök bakterileri, (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) PGPR olarak adlandırılır. PGPR'in verim ve kaliteyi arttırdığı gibi ekonomik olması da talebi arttırmıştır. Uluslararası PGPR konulu ilk kongreler ve toplantılar 1987'de Kanada'da gerçekleştirilmiştir. O zamandan beri dünyanın farklı yerlerinden (İsviçre, Avustralya, Japonya, Arjantin, Hollanda, ABD, Kolombiya) sürdürülmektedir (Valverde ve ark., 2015).

Bahçe sebzesi olarak popüler olan domates, özellikle A ve C vitaminlerini yüksek oranda içermektedir. Domates bitkisinin gelişimine, topraktan su ve besin alınımına etkisini belirlemek amacıyla 7 farklı PGPR izolatu uygulanmıştır. Domates bitkisinin yaş ve kuru ağırlıklarının kontrol bitkisinden yüksek çıkması, PGPR'lerin domates bitkisinin gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir. Kullanılan izolat çeşitlerinin bitki gelişimi üzerindeki etkisinin farklı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca PGPR uygulanan muamele gruplarının; N, P, K, Ca ve Mg miktarlarının arttığı gözlemlenmiştir (Sharafzadeh, 2012).

PGPR'in, tuz stresine maruz kalan bitkileri; fotosentezden engellemesini ve zarar görmesine karşı koruma sağladığı belirtilmektedir. PGPR'i kullanmak toprakta bulunan sodyum klorürün bitkiler tarafından alınımı kolaylaştırmaktır. PGPR uygulanan muamele gruplarının gelişim parametreleri ve tuz alınımı uygulanmayan gruplara göre fazla olduğu belirtilmiştir (Gerhardt ve ark., 2017).

Toprak- bitki- rhizobacteri etkileşimlerinin bitki sağlığı ve verimliliğini arttıran PGPR, birçok toprak kaynaklı patojenlere karşı da kullanılabilir. Böylelikle, PGPR'ın sürdürülebilir ve organik tarıma etkisi çok büyüktür (Tilak ve Manoharachary., 2016).

Soylu, (2011) tarafından yapılan çalışmada, marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin in vivo ve in vitro koşullarında beyaz çürüklük hastalığına (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) karşı biyolojik mücadele olarak PGPR kullanılmıştır. İn vitro koşullarında PGPR izolatları, fungusların gelişimine engel olamamıştır. İn vivo koşullarında ise; PGPR izolatların antagonistik özelliğiyle bitki gelişimini arttırdığı, beyaz çürüklük hastalığına da önemli düzeyde engel olduğu gözlemlenmiştir.

Bir bakteri türünün birden fazla PGPR özelliği taşıyabildiği belirtilmiştir. Böylelikle biyolojik gübre olarak kullanılmasının yanı sıra biyolojik kontrol ajanı olarak da kullanılmaktadır (İmriz ve ark., 2014).

Sarımsak bitkisinin morfolojik gelişim parametrelerinde; enzim düzeylerinin ve klorofil miktarının, uygulanan 3 farklı bakteri biyoformülasyonu sayesinde arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu bakterilerin, mikrobiyal gübre olarak sarımsak yetiştiriciliğinde kullanılması uygun bulunmuştur (Esringü ve ark., 2016).

Yapılan sera çalışmalarında, hardal (*Sinapis arvensis* L) bitkisine uygulanan rhizobacterler potasyum ve fosfor çözücü özelliğiyle önemli rol oynamaktadır. Rhizobacterlerin bitki büyümesini uyardıkları, metal toksisitesinden korudukları ve toprağın yapısını değiştirip biyoyararlanım sağladığı belirtilmiştir (Wu ve ark., 2005).

Sera koşullarında dört farklı PGPR türünün brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) bitkisi üzerindeki gelişim ve kalite etkisi araştırılmıştır. Brokolide Na hariç bütün besin elementlerinin yüksek çıktığı; aminoasit, organik asit ve hormon içeriğiyle bitki gelişimini etkilediği belirlenmiştir (Ekici ve ark., 2015).

Sera koşullarında kuraklık stresinin zararını azaltmak amacıyla yapılan çalışmada, lahana bitkisine farklı oranlarda su verilip bitki gelişimine teşviki arttıran rhizobacterler, (PGPR) inokule edilmiştir. Deneme sonucunda, PGPR uygulanan muamele gruplarının diğer gruplara göre bitki gelişimini arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca PGPR'in lahana bitkisi üzerindeki kuraklık stresine karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Samancıoğlu ve ark., 2016).

Kushwaha ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada dört PGPR izolatı kullanarak karnabahar bitkisinin gelişimine etkisi araştırılmıştır. Seçilen PGPR kültürel, morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine göre karakterize edilmiştir. PGPR uygulanan muamele gruplarının, kontrol bitkilerinden daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. Ayrıca indol asetik asit (IAA) üretimi ve fosfor çözme işlemini başlatarak karnabaharın bitki gelişim parametrelerini arttırdığı gözlenmiştir.

Tarla koşullarında PGPR ve farklı gübre kombinasyonlarının karnabahar bitkisi üzerindeki bitki gelişimi, verimi, kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Deneme sonucunda uygulanan bütün kombinasyonların olduğu muamele grupların da bitki gelişim parametrelerinin daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca organik tarımda, PGPR x organik tavuk gübresinin kullanılması uygun bulunmuştur (Civelek, 2017).

Kalyani Üniversitesinde ıspanağa 4 farklı PGPR izolatı uygulanarak ıspanağın gelişimine etkisi araştırılmıştır. PGPR uygulanmayan bitkiler üzerinde çimlenmenin geciktiği, klorofil miktarının düştüğü, büyüme ve köklenmede gelişim görülmediği tespit

edilmiştir. Fakat PGPR uygulanan muamele gruplarında ise kök uzunluğunda, sürgün boyunda, yaş ve kuru ağırlıkta artış olduğu saptanmıştır. Kısacası PGPR bakterilerin ıspanak bitkisine faydalı oldukları, gelişim parametrelerini arttırdığı gözlemlenmiştir (Roychowdhury ve ark., 2016).

2.4. AMF ile PGPR İlişkisi

İnsan ve hayvan sağlığının önemli olduğu kadar, bitkiler için de toprak mikroorganizmaların önemi büyüktür. Bitki ve yararlı rizobakterler arasındaki ilişki buldukları toprak çeşidine, iklim koşullarına göre değişmektedir. *Pseudomonas* ve *Bacillus* gibi birçok PGPR bakteri türünün, bitki gelişimini teşvik ettiği belirtilmektedir. Ayrıca bitkilerle simbiyotik ilişki kuran AMF'nin de bitkilere maksimum fayda sağladığı birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür. PGPR x AMF kombinasyonun bitki büyümesine pozitif etkide bulunduğu; tarımsal üretim sisteminde maliyeti önemli derecede azalttığı bildirilmiştir. Kısacası bu kombinasyonun, sürdürülebilir tarımda kullanılacak uygun biyogübreler oldukları düşünülmektedir (Desai ve ark., 2016).

Son yıllarda tarım alanlarında görülen; fiziki yapılarda bozulma, besin elementlerinde azalma, kuraklıkla birlikte besin kaynaklarında kalite ve verimi düşmüştür. Çevreye dost sürdürülebilir, insan sağlığına zararı bulunmayan kaliteli ürünler yetiştirilmek amacıyla biyo-fermente edici maddelere talep artmıştır. Ayrıca biyolojik mücadele olarak gelecek araştırmaların temeli olabileceği düşünülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda birçok araştırma yapılmıştır. Patates bitkisine AMF ve PGPR'ler tek başlarına uygulanmalarının yanı sıra kombinasyonları da uygulanmıştır. Amaç, önceden yapılan çalışmaların sürekliliğini sağlamaktır. Fakat kolonizasyona ait hiçbir belirtinin olmadığı, morfolojik gelişim parametresinde artış olduğu gözlemlenmiştir (Adesemoye, 2009; Pathak ve ark., 2017).

Bitki büyümesini, verimi ve kaliteyi arttıran PGPR ile AMF kombinasyonları sonucun da mısırdaki; sürgün boyu, verim ve kuru ağırlığın arttığı gözlemlenmiştir. Toprağın; N, P ve K besin elementlerince zenginleştirilebileceği ileri sürülmüştür (Adesemoye ve ark., 2008).

AMF'un, fosfat gibi besin elementlerinin alınımını kolaylaştırmakla birlikte bitki büyümesini hızlandırdığı gözlemlenmiştir. Brassicaceae familyasına ait kolza (*Brassica*

napus L.) bitkisinin, AMF ile kolonize olmadığı söylenmektedir. Arjantin’de kolza ile münavebede kullanılan soya fasulyesine (*Glycine max.*) AMF ile birlikte fosfor çözücü bakterilerden *Bacillus sp.* ve *Arthrobacter* uygulanmıştır. Soya fasulyesi üzerindeki nodül ve kolonizasyon oluşumu araştırılmıştır. Bu bitki grubunda, spor oluşumunu teşvik eden bakteriler uygulanmasına rağmen kolonizasyon görülmemiştir. Fakat bitki büyümesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Valetti ve ark., 2016).

Kanada’daki tuzlu toprak sorununa, bitki büyümesini teşvik eden PGPR ve AMF (*Glomus intraradices*) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan biyogübrelerin arpa, yulaf ve çavdarın gelişim parametresini arttırdığı, köklerde nodül oluştuğu gözlemlenmiştir. PGPR’ın orta dereceli tuzluluğa sahip topraklarda uygulanabileceği ve tuzluluğa karşı etkili bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır (Chang, 2008).

AMF’in türlerinden *Glomus* ile PGPR kombinasyonları sonucunda, domates bitkisinin gelişimi üzerine likopen ve antioksidan üzerinde olumlu yönde etkili olduğu görülmüştür (Ordookhani ve ark., 2011).

PGPR’in bitki büyümesini teşvik etmeleri, fitohormon, siderofor, proteaz, kitinaz ve selüloz gibi mekanizmalara sahip olmalarındandır. Hindistan’da sorgum bitkisinin gelişimini teşvik etmek amacıyla 7 farklı PGPR ile AMF (*Glomus fasciculatum* ve *Glomus aggregatum*) kombinasyonu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda sadece PGPR uygulanan muamele gruplarından bazılarının iyi gelişim sağlamadıkları AMF ile kombine edilen bu grupların gelişim parametrelerinde artış olduğu fark edilmiştir (Kumar ve ark., 2012).

Gübre ve verim açısından farklılaşan PGPR ile AMF’nin Hindistan’da bulunan buğday tarlalarına etkisi araştırılmıştır. PGPR x AMF kombinasyonunun protein içeriği, verimi ve dane kalitesini arttırdığı, bu uygulamadan maksimum değer elde edildiği belirtilmiştir. AMF uygulanan muamele gruplarındaki kök kolonizasyon yüzdesinin, kontrol bitkilerine oranla daha yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Fakat kolonizasyonun, PGPR’dan etkilenmediği fark edilmiştir (Roesti ve ark., 2006). Benzer şekilde Walley ve ark. (1997) *Pseudomonas* izolatları karışımı ile *Glomus clarum* AMF türünün buğday bitkisinin gelişimi ve kolonizasyonu üzerindeki etkisini araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda AMF x PGPR etkileşiminin bitki büyümesini teşvik ettiği ve bitkinin yaş-kuru ağırlığını, kök uzunluğunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Sadece *Pseudomonas* uygulanan muamele grubunda, sürgün uzunluğunun azaldığı belirtilmektedir. Ayrıca Spor

oluşumunu engelleyecek herhangi bir sorun olmamasına rağmen kolonizasyon görülmediği belirtilmiştir.

Tarımsal üretimde biyotik ve abiyotik stres faktörleri kalite, verim açısından önemli etkenlerdir. Stres koşullarında yetişen bitkiler; patojenlere karşı yatkınlık, bitki büyümesinde hormonal ve beslenme dengesizliği, fizyolojik bozukluklar gibi birçok zararlı etkenle karşılaşmaktadır. PGPR x AMF kombinasyonun bitkiyi bu etkenlerden koruduğu, bitki gelişimini teşvik ettiği ve biyoyararlanım sağladığı belirtilmektedir. Sinerjistik etkileşimlerin, sürdürülebilir tarımda büyük öneme sahip oldukları bildirilmiştir. Ayrıca stres koşullarından hem bitkiyi hem de toprak sağlığını korudukları ileri sürülmektedir (Nadeem ve ark., 2014).

Petrolle kirlenmiş salin-alkali toprağın, yulaf bitkisinin gelişimini yavaşlattığı belirtilmektedir. Bu soruna çözüm getirebilmek için bitki gelişimini teşvik eden PGPR ile AMF izolatları sera koşullarında 60 gün boyunca bekletilmiştir. Kombinasyonlu izolatların, bitkinin yaş-kuru ağırlığını, gelişim parametresini ve toprak enzimlerini arttırdığı gözlemlenmiştir. PGPR x AMF uygulamasının zararlı hidrokarbon kirleticilere daha toleranslı olduğu, toprağın kalitesini arttırdığı saptanmıştır (Xun ve ark., 2015).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak Brassicaceae familyasına ait *Brassica oleracea* (karnabahar), Chenopodiaceae familyasına ait *Spinacia oleracea* (ıspanak) ve Urticaceae familyasına ait *Urtica dioica* (ısırgan otu) tohumları kullanılmıştır.

3.1.2. Biyolojik savaş elemanları

AMF türleri

Çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarı kültür stoklarında bulunan *Gigaspora margarita* (Becker&Hall) AMF türü, ticari AMF Bioglobal Ltd. Şirketinden temin edilen ERS Endo Roots Soluble ticari isimli AMF (*Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus clarum*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasillianum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita*) türleri içeren izolat kullanılmıştır.

Bitki gelişimini teşvik eden bakteri izolatları (PGPR)

Çeşitli konukçularda (domates, biber gibi) bitki gelişimi üzerindeki etkinliği önceden belirlenmiş olan; *Ochrobactrum* sp. CB36/1, *Bacillus thuringiensis* CA41/1, *Pseudomonas putida* TRTR21/1, *Pseudomonas fluorescens* 14/1Y, *Pseudomonas fluorescens* 30/1m PGPR izolatı kullanılmıştır. PGPR izolatları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bakteriyoloji laboratuvar stoklarından temin edilmiştir.

3.1.3. Çalışmada kullanılan mikrobiyolojik besiyerleri

Çalışmada izolatların çoğaltılması ve uzun süre saklanması için Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır. PGPR'in gelişimi ve etkinliğini test etmek için King's B besi ortamı, bakterilerin stok olarak saklanması için NB %15 Gliserol ortamı kullanılmıştır. PDA, King's B ve NGA besiyerlerinin bileşenleri ve miktarları Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. PDA besiyerinin bileşenleri ve miktarları (1000 ml)

Madde	Miktar
Dekstroz	20 g.
Kaynatılmış patates suyu	200 ml.
Agar	20 g.
Saf Su	1000 ml.

Çizelge 3.2. King-B besiyerinin bileşenleri ve miktarları (1000 ml)

Madde	Miktar
Pepton	20 g.
Gliserol	10 ml.
K ₂ HPO ₄	1.5 g.
Mg SO ₄ 7H ₂ O	1.5 g.
Agar	16 g.
Saf Su	1000 ml.

Çizelge 3.3. NGA besiyeri bileşenleri ve miktarları (1000 ml)

Madde	Miktar
Nutrient Broth	8 g.
Gliserin	20 g.
Agar	18 g.
Saf Su	1000 ml.

3.1.4. Bitki yetiştirme ortamı

Çalışmanın 1. aşamasında karnabahar, ıspanak, ısırgan otu fideleri, bir gözü 4.7 x 4.7 x 6.0 cm ebatlarındaki 45'lik plastik viollerde yetiştirilmiştir.

2. aşamada ise 3.5 kg karışım alabilen 16 x 18 cm ebatlarında plastik saksılar kullanılmıştır.

Her iki uygulamada da 1:1 oranında torf-perlit karışımından oluşan harç materyali kullanılmıştır. Kullanılan harç materyaline ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir:

Çimlendirme torfu özellikleri;

- Yüksek kalitede %70 beyaz torf + %30 siyah torf
- PH değeri 5.2 – 6.0
- Tuz oranı 0.3 gr/lt
- Toplam N-P-K + mikro elementler 1.5 kg/ton
- Elenmiş strüktür: İnce (0-10 mm)

Perlit;

Kimyasal kompozisyonu ağırlıkça yüzde olarak aşağıdaki maddelerden oluşan perlit kullanılmıştır: SiO₂ (72.0 – 76.0 %), Al₂O₃ (11.0 – 17.0 %), K₂O (4.0 – 5.0 %), Na₂O (2.9 – 4.0 %), CaO (0.5 – 2.0 %), MgO (0.1 – 0.5 %), Fe₂O₃ (0.5 – 1.5 %), TiO₂ (0.03 – 0.2 %), MnO₂ (0.03 – 0.1 %), SO₃ (0 – 0.2 %), H₂O (2 – 7 %).

3.1.5. Araştırmanın gerçekleştirildiği laboratuvar ve iklim odası

Yapılan çalışmalar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvar ve iklim odalarında yürütülmüştür (Şekil 3.1.). İklim odası; 4000-6000 lux ışık şiddetine sahip ışıklarla 12 saat ışıklanma süresi ve 22±2 °C sıcaklık ve %60-70 orantılı nem koşullarına sahip iklim odasında yetiştirilmişlerdir.



Şekil 3.1. Araştırmanın gerçekleştirildiği laboratuvar ve iklim odası.

3.2. Yöntem

3.2.1. PGPR izolatlarının seçimi

Çalışmanın bu aşamasında çeşitli konukçularda bitki gelişimi üzerindeki etkinliği önceden belirlenmiş olan CB36/1, CA41/1, 14/1Y, TR21/1, 30/1m PGPR izolatı kullanılmıştır. PGPR izolatlarının gelişim parametrelerine (yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu) olan etkileri değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeler sonucunda en iyi performansa sahip olduğu tespit edilen beş PGPR'den ikisi çalışmada kullanılmıştır.

Fide yetiştirme ortamı olarak bölüm 3.1.4. de belirtildiği şekilde viyollerde harç hazırlanmıştır. Ekimi yapılan karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu tohumları musluk suyu ile yıkanarak, yüzeyindeki koruyucu ilaçlar uzaklaştırılarak yüzey dezenfeksiyonu sağlanmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 6 farklı muamele grubu oluşturulmuş ve her muamele grubu 10 tekerrürden her tekerrürde ise 1 bitki olacak şekilde oluşturulmuştur (Çizelge 3.4 ; Şekil 3.2, Şekil 3.3).

Çizelge 3.4. Muamele grupları

Karnabahar	Ispanak	Isırgan Otu
Karnabahar x Kontrol	Ispanak x Kontrol	Isırgan otu x Kontrol
Karnabahar x PGPR CB36/1	Ispanak x PGPR CB36/1	Isırgan otu x PGPR CB36/1
Karnabahar x PGPR CA41/1	Ispanak x PGPR CA41/1	Isırgan otu x PGPR CA41/1
Karnabahar x PGPR 14/1Y	Ispanak x PGPR 14/1Y	Isırgan otu x PGPR 14/1Y
Karnabahar x PGPR TR21/1	Ispanak x PGPR TR21/1	Isırgan otu x PGPR TR21/1
Karnabahar x PGPR 30/1m	Ispanak x PGPR 30/1m	Isırgan otu x PGPR 30/1m



Şekil 3.2. Tohumlarının ekilmesi ve ekilen tohumlarının ilk çıkışları.



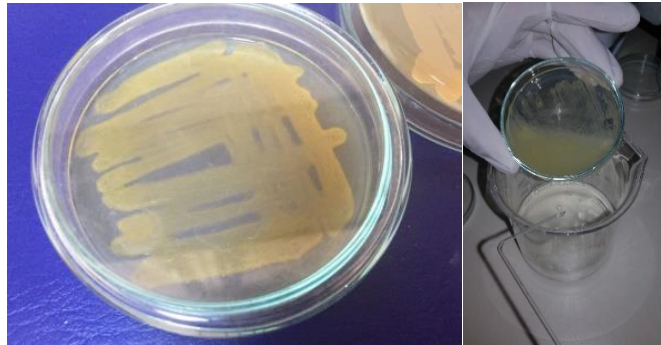
Şekil 3.3. PGPR uygulanmış Karnabahar (a), PGPR uygulanmış ıspanak (b) ve PGPR uygulanmış ısırgan otu (c) bitkilerin genel görünümü.

3.2.2. PGPR süspansiyonunun hazırlanması ve köklere uygulanması

3.2.2.1. PGPR seçim aşaması

i) King-B besi yerinde geliştirilmiş 24 saatlik PGPR kültürleri viyollere ekilen tohumların ilk gerçek yapraklarının oluşup ikinci gerçek yaprakların açılması sırasında kullanılmıştır. Çizgi ekimi yöntemi ile ekilen bakteri izolatlarının üzerine bir miktar steril saf su eklenmiş, steril bir baget yardımıyla bakteri kolonileri bir beher içine alınmıştır. Elde edilen bu bakteriyel süspansiyon spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda (10^9 hücre/ml.) ışık geçirgenliğine gelene kadar steril saf su ile seyreltilmiştir (Şekil 3.4). Bitki başına 10 ml/fide olacak şekilde toprağa içirme biçiminde uygulanmıştır.

ii) Birinci uygulamadan bir hafta sonra benzer şekilde uygulanmıştır. Uygulamalar yapıldıktan 2 hafta sonra gelişim parametreleri (yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu) en başarılı olan 2 PGPR sonraki aşamalar için seçilmiştir.



Şekil 3.4. King-B besiyerine çizgi ekimi.

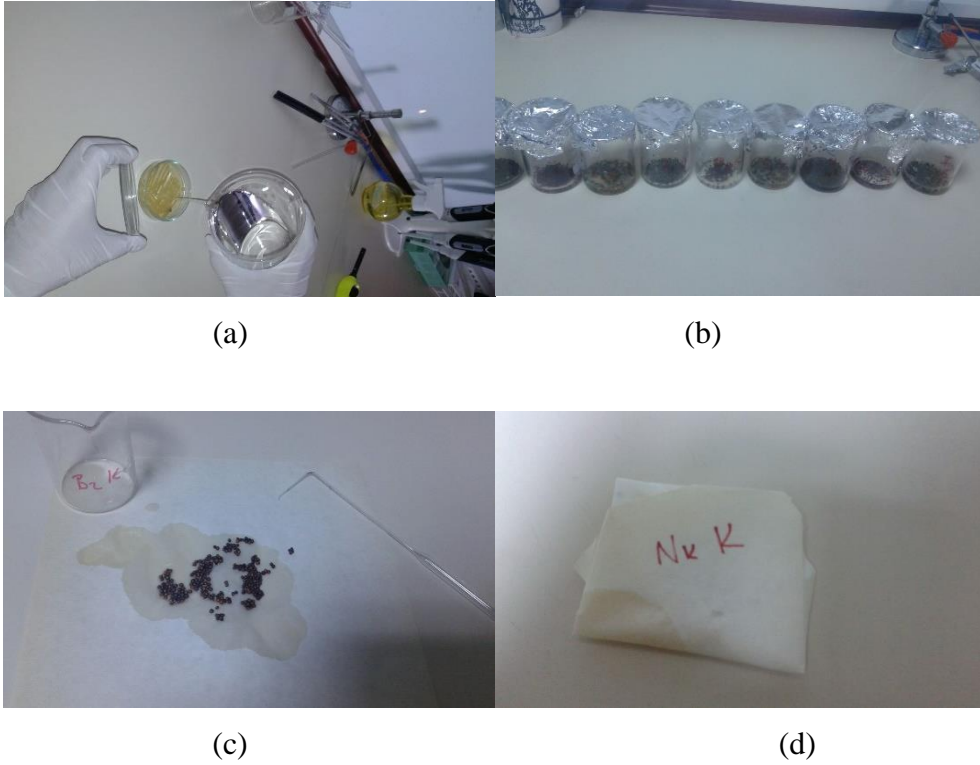
3.2.2.2. AMF x PGPR uygulaması

Bitki tohumlarına bölüm 3.2.1. de belirtildiği şekilde yüzey dezenfeksiyonu yapılmıştır. İlk aşama sonucunda seçilen PGPR, AMF ile yürütülecek çalışmalarda tohum kaplama ve içirme olmak üzere iki farklı uygulama yapılmıştır (Şekil 3.7).

i) Birinci uygulama; seçilen PGPR izolatları King-B besiyerinde 24-48 saatlik inkübasyon ile geliştirilmiştir. Gelişen kültüründen %1.5 Carboxymethyl cellulose (CMC) ile süspansiyon edilmiştir. Yüzey dezenfeksiyonu yapılan Karnabahar, ıspanak, ısırgan otu tohumları hazırlanmış olan bakteri süspansiyonu ile kaplandıktan sonra 1 saatlik süreyle bekletilmiştir. Hazırlanan tohumlar kurutma kağıtları arasında +4 C⁰'de bir gece buzdolabında bekletilerek ekime hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.5).

ii) İkinci uygulama ise bölüm 3.2.2.1 de belirtildiği şekilde toprağa içirme biçiminde uygulanmıştır.

iii) İlk toprağa içirme uygulamasından iki hafta sonra benzer şekilde uygulanmıştır.

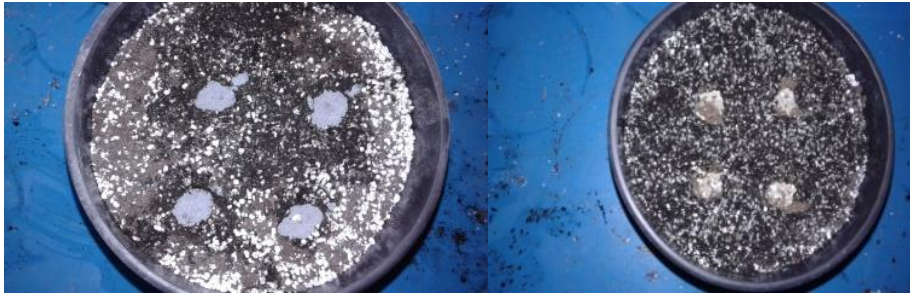


Şekil 3.5. a) PGPR'e steril saf su eklenmesi b) 30 dk PGPR ile bekletilen tohumlar c) kurutma kağıtlarında PGPR'lı tohumlar d) buzdolabında bekletilen tohumlar.

3.2.3. AMF ve PGPR uygulaması yapılan karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu tohumlarının yetiştirilmesi

En iyi sonuç veren PGPR izolatlarıyla kaplanan; Karnabahar, Ispanak ve Isırgan otu tohumları bölüm 3.1.5. de belirtildiği gibi iklim odasında yetiştirilmişlerdir. Bölüm 3.1.4 de belirtildiği şekilde saksılar kullanılmış ve saksılar %10'luk Sodyum Hipoklorit ile dezenfekte edilmiştir. Saksılara ilk önce bölüm 3.1.4'de hazırlanışı ve içeriği belirtilmiş olan steril harç toprağından bırakılmıştır. Daha sonra yaklaşık 2.5-3 cm kalınlığında bir katman oluşturulmuş her bir saksıya 10'ar g (25-150 spor/g) olacak şekilde bir çay kaşığı kadar tohum yatağına *Gigaspora margarita* ve ticari AMF izolatları yerleştirilerek tohum ekimi yapılmıştır (Şekil 3.6). AMF uygulaması yapılmayan saksılarda tohum yatağına steril kum bırakılmıştır. PGPR izolatlarıyla kaplanmış tohumlar ise AMF x PGPR ya da sadece PGPR olacak şekilde tohum ekimi yapılarak tohumların üzeri kapatılmıştır. Tohumlar çimlenene kadar üç günde bir, çimlenme gerçekleştikten sonra iki günde bir sulanmıştır. Yetiştirme periyodu süresince her saksıya 3. ve 4. haftalarda 1'er kez 10 ml, 5. ve 8. Haftalarda ise 2'şer kez 20 ml gelecek şekilde seyreltilmiş besin solüsyonu verilmiştir (Hoagland ve Arnon, 1950) (Şekil 3.7).

Deneme 8 hafta sonra sonlandırılmış ve mikorhizal fungusun etkisi, kök kolonizasyonu, mikorhizal bağımlılık oranlarını ve fosfor miktarlarını hesaplamak için analizlere başlanmıştır. PGPR izolatı uygulanmış bitkilerin gelişim parametrelerine (yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu) olan etkileri değerlendirilmiştir. PGPR'nın AMF'lar ile etkileşimi sonucu, bu familyaya ait bitkilerin kök kolonizasyonu ve bitki gelişimi üzerindeki etkisi belirlenmiştir.



Şekil 3.6. AMF uygulanmış saksılardan genel görünüm.



Şekil 3.7. Fidelere PGPR içirme yönteminin uygulanması ve besin solüsyonunun verilmesi.

3.2.4. Bitkinin morfolojik parametrelerinin saptanması

3.2.4.1. Bitki boyu ve sürgün çapının ölçülmesi

Bitki kökleri ile birlikte hasat edilen kökler musluk suyu altında daha sonra saf su altında yıkanarak köklere yapışan toprak parçacıklarından arındırılmıştır (Şekil 3.8). Daha sonra temizlenen bitkilerin sürgün boyu ve kök uzunluğu (cm), sürgün çapı (mm) ölçülmüştür. Bunun için kök boğazından sürgün çapı (mm) kumpas ile ana gövdeden sürgün ucuna kadar sürgün boyu (cm), kök boğazından kökün bir diğer uç kısmına kadar kök uzunluğu (cm) cetvelle ölçülmüştür (Şekil 3.9).

3.2.4.2. Kök-yeşil aksamın yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıkları ayrı ayrı ölçülmüştür. Bitki boyu ve çapı alınan bitkilerin sürgün, kök ağırlıkları ayrı ve daha sonra ikisinin toplamı şeklinde hassas terazide yaş ağırlıkları (g) ölçülmüştür (Şekil 3.9). Yaş ağırlıkları (g) tespit edilen bitkiler daha sonra kese kâğıtlarına konularak 70 °C'de 48 saat süresince kurutma dolaplarında tutulup kurutulmuş ve kurutma dolabından çıkarılan bitkiler tartılarak kuru ağırlıkları (g) tespit edilmiştir (Kacar, 1984) (Şekil 3.10).



Şekil 3.8. Fidelerinin yıkanması işlemi.



Şekil 3.9. Bitki boyu, sürgün çapının ölçülmesi ve yaş ağırlıkları.



Şekil 3.10. Bitkinin kuru ağırlığı.

3.2.5. AMF kök kolonizasyonunun belirlenmesi

Fiksasyon

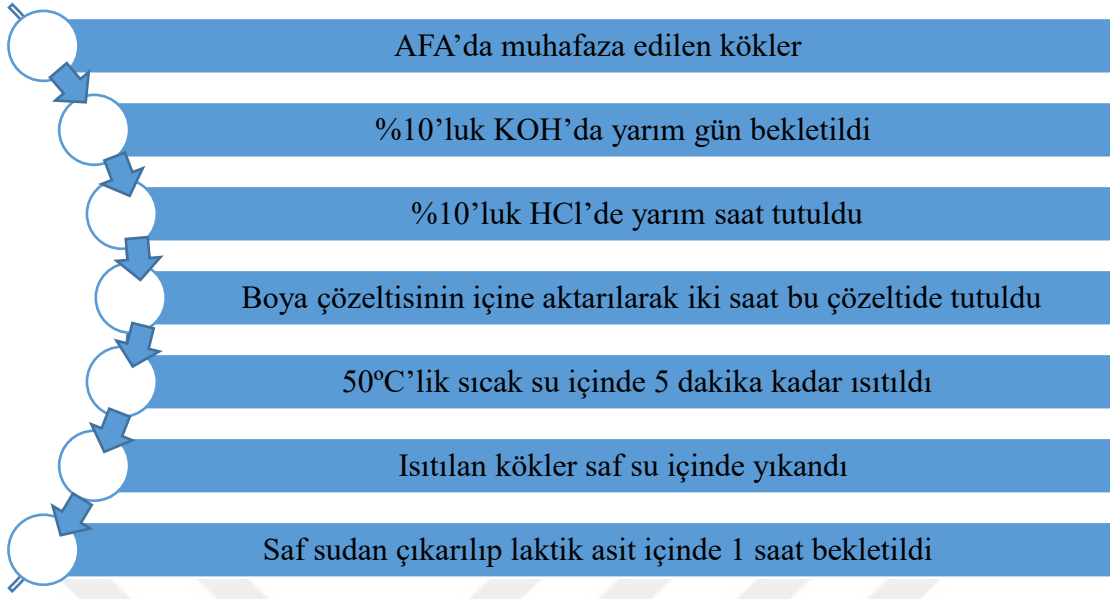
Musluk suyundan ve saf sudan geçirilip temizlenen, boyu ve yaş ağırlıkları alınan bitkilerin köklerinden 1g-0.5mm lık parçalar alınarak AFA Fiksasyon sıvısına (%70'lik 90 ml Alkol, 5 ml Formaldehit ve 5 ml Asetik asit) konmuş ve kökler boyama işlemine kadar bu sıvı içinde muhafaza edilmiştir (Phillips ve Hayman, 1970) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Köklerin AFA da muhafaza edilmesi.

Boyama

AFA sıvısı içinde muhafaza edilen kökler, mikorhizal fungusun varlığını ve kolonizasyon yüzdesini saptamak amacıyla Laktofenol mavisi ile boyanmıştır (Şekil 3.12). Boya çözeltisi olarak içerisine %0.05'lik Laktofenol mavisi katılarak; laktik asit (40 ml) + gliserin (80 ml) + saf su (40 ml)' dan oluşan boya çözeltisi kullanılmıştır (Phillips ve Hayman 1970'den modifiye edilmiştir) (Şekil 3.13). Boyanmış köklerde bulunan AM funguslarının kolonizasyon %'sini saptamak için Grid-Line Intersect Metodu kullanılmıştır (Şekil 3.14) (Giovanetti ve Mosseae, 1980).



Şekil 3.12. AMF varlığını saptamak için bitki köklerine uygulanan boyama işlemleri.



Şekil 3.13. Boya çözeltisinin köklere aktarılması ve 50°C'lik sıcak suda 5 dk bekletilmesi.

3.2.6. AMF'un kolonizasyon yüzdesinin hesaplanması

Laktofenol mavisi ile boyanmış olan köklerdeki AMF kolonizasyon yüzdesini saptamak üzere Grid-Line Metodu kullanılmıştır (Giovenetti ve Mosse, 1980) (Şekil 3.14).

Boyanmış olan kılcal kökler 1-1.5 cm uzunluğunda kesilmiş, bu köklerden yaklaşık 0.5 gr'lık örnek alınmış ve 1 cm²'lik alanlara ayrılmış plastik bir petri kabında homojen olarak dağıtılmıştır. İçinde kök parçaları bulunan petri stereomikroskop altında incelenmeye alınmıştır. Stereoskopik incelemelerde petri kabındaki bölümler arası gridleri dik olarak kesen her bir kök segmenti için bir butona, eğer o vertikal kök segmenti

parçasında AMF propagülü (hif, vesikül, klamidospor) varsa iki butona beraber basılmıştır. AMF kolonizasyon yüzdesi ise;

$$\%AMF \text{ kolonizasyon} = \frac{\text{AMF ile kolonize olmuş kök sayısı}}{\text{Toplam kök sayısı}} \times 100 \quad (3.1)$$

Eş.3.1'e göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.14. Grid-Line Intersect Metodu.

3.2.7. Toprakta AMF spor yoğunluğunun belirlenmesi

AM funguslarının inokule edildiği bitkilerin rizosfer bölgesine ait topraklardaki AMF spor yoğunluğu ıslak eleme metodu yardımıyla tespit edilmiştir (Gerdemann ve Nicholson, 1963). 2 mm'lik elekten elenip kaba unsurlarından ayrılan AMF izolatlarına ait toprak örneğinden yaklaşık 10 gr alınarak içinde 100 ml steril saf su bulunan beher glass içine konulmuştur. Karışım 3-5 kez bir baget yardımıyla karıştırılarak, kaba toprak partikülleri ve bitki parçacıklarının dibe çökmesi için 10-15 dakika beklenilmiştir. Cam kap içinde üst kısımda kalan sıvı yavaşça önce 80 µm'luk elekten daha sonrada 45 µm'luk elekten geçirilerek ve elek üzerinde kalan ıslak materyal bir pipet yardımıyla su ile yıkanarak bir beher glassta toplanılmıştır (Şekil 3.15).

Toplanan AMF'lu sıvı spor tüplerine konulmuştur. Tüp içerisindeki sıvı 2000 devirde 3 dk santrifüj edildikten sonra üstte kalan sıvı atılmıştır. Üzerine %5'lik şeker çözeltisi dökülen sıvı tekrar 2000 devirde 3 dk santrifüj edilen sıvı daha sonra bir petri kabına boşaltılarak stereoskopik mikroskop altında sağlıklı görünen sporlar belirlenerek gr topraktaki spor yoğunluğu tespit edilmiştir (Şekil 3.15).



(a)

(b)



(c)

Şekil 3.15. a) 80 ve 45 µm'lik elekler b) AMF'lu toprağın beher glass içerisinde toplanması c) Tüp içerisindeki sıvının 2000 devirde 3 dk santrifüj edilmesi.

3.2.8. Mikorhizal bağımlılığın belirlenmesi

Mikorhizal fungus inokule edilen ve edilmeyen bitki tür ve çeşitleri 8 haftalık gelişme periyodu sonunda kökleriyle birlikte hasat edilerek, yaş olarak tartılmıştır. Yaş ağırlıkları tespit edilen bitki örnekleri daha sonra kese kâğıtlarına konularak 70 °C'de 48 saat süresince kurutma dolaplarında tutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kacar, 1984). Yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilen bitkilerdeki mikorhizal bağımlılık aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir.

Mikorhizal bağımlılık (%) = mikorhizal bitkinin toplam kuru ağırlığı – mikorhizal olmayan bitkinin toplam bitki ağırlığı x 100 / mikorhizal bitkinin toplam kuru ağırlığı (Declerc ve ark., 1995).

3.2.9. Bitkilerde fosfor analizi

Kurutulmuş bitki örnekleri öğütülerek kuru yakma işlemine tabii tutulmuş ve çeşitli aşamalardan sonra elde edilmiş olan süzükler, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometre (Jenway 6505 UV/vis) kullanılarak fosfor değerleri (ppm) tespit edilmiştir (Şekil 3.16) (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. Öğütme, ön yakma ve kül fırın işlemleri.



Şekil 3.17. Süzüklerin elde edilmesi, ısıtma işlemi ve Spektrofotometre.

3.3. İstatiksel Değerlendirme

Çalışma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SAS (2018) istatistiksel yazılım sistemi kullanılmıştır. Veri setine bir yönlü varyans analiz uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda, önemli bulunan farklılıkları belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Bitki Gelişimini Teşvik Eden (PGPR) Bakteri İzolatlarının Seçimi

Çeşitli konukçularda bitki gelişimi üzerindeki etkinliği önceden belirlenmiş olan CB36/1, CA41/1, 14/1Y, TR21/1, 30/1m PGPR'den en başarılı olan ikisini AMF x PGPR uygulama alanında kullanmak amacıyla iklim odası koşullarında bölüm 3.2.1.'de anlatıldığı gibi üç farklı bitki türüne Brassicaceae familyasına ait *Brassica oleracea* (karnabahar) bitkisi, Chenopodiaceae familyasına ait *Spinacia oleracea* (ıspanak) bitkisi tohumları ve Urticaceae familyasına ait *Urtica dioica* (ısırgan otu) uygulanmıştır. 4 haftalık gelişim periyodu sonunda en başarılı olan PGPR izolatları gelişim parametrelerine (yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu) olan etkileriyle değerlendirilmiştir.

PGPR izolatlarının morfolojik gelişim parametresi üzerindeki etkisi ve izolatlar arasında, bitkilerin birbirinden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Negatif kontrol uygulamalarına göre; bazı uygulamalarda artış kaydedilmiştir.

Çizelge 4.1. Karnabahar bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının fidelerin yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), bitki boyu (cm) değerleri ve etkisi

Muamele grupları	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Uzunluğu (cm)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$
CB36/1	10.833±2.622 ^a	0.788±0.130 ^a	0.037±0.023 ^a	5.000±2.179 ^a	0.823±0.137 ^a	0.056±0.013 ^a
CA41/1	11.888±1.269 ^a	0.762±0.215 ^a	0.046±0.034 ^a	5.000±2.462 ^a	0.795±0.245 ^a	0.048±0.014 ^a
14/17	12.150±1.915 ^a	0.785±0.242 ^a	0.041±0.019 ^a	3.550±1.300 ^a	0.827±0.255 ^a	0.046±0.013 ^a
TR21/1	11.555±1.130 ^a	0.790±0.167 ^a	0.051±0.016 ^a	3.277±1.277 ^a	0.840±0.167 ^a	0.054±0.011 ^a
30/1m	11.388±1.317 ^a	0.781±0.223 ^a	0.036±0.012 ^a	3.722±1.371 ^a	0.822±0.222 ^a	0.048±0.019 ^a
Negatif Kontrol	12.166±1.802 ^a	0.737±0.137 ^a	0.046±0.016 ^a	3.555±1.157 ^a	0.782±0.134 ^a	0.043±0.012 ^a

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir.

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi karnabahar bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının, bitki gelişim parametrelerinde muamele grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (p>0.05). Toplam yaş ağırlık parametresi incelendiğinde, en yüksek değer TR21/1 nolu bakteri uygulamasından 0.840g'dır. Toplam kuru ağırlık parametresi incelendiğinde, en yüksek değer CB36/1 nolu bakteri uygulamasından 0.056g olduğu tespit edilmiştir. Sürgün Boyu, Sürgün Yaş Ağırlığı, Kök Yaş Ağırlığı, Kök Uzunluğu morfolojik

gelişim parametreleri sırasıyla incelendiğinde, en yüksek değer 12.166 cm, 0.790 g, 0.051 g, 5.000 cm olduğu belirlenmiştir.

Karnabahar bitkisine uygulanan 5 PGPR izolattan bütün değerlendirmeler sonucu CB36/1 ile TR21/1 nolu bakteri uygulamalarının AMF x PGPR uygulamasında kullanılması uygun görülmüştür.

Çizelge 4.2. Ispanak bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının fidelerin yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), bitki boyu (cm) değerleri ve etkisi

Muamele grupları	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Uzunluğu (cm)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$
CB36/1	10.000±1.054 ^{ab}	2.068±0.554 ^a	0.129±0.075 ^a	11.100±4.228 ^{ab}	2.183±0.581 ^a	0.101±0.038 ^a
CA41/1	10.800±1.229 ^a	2.205±0.510 ^a	0.272±0.324 ^a	12.100±2.960 ^a	2.368±0.517 ^a	0.104±0.035 ^a
14/17	9.666±1.118 ^{ab}	1.945±0.291 ^{ab}	0.125±0.057 ^a	10.333±3.674 ^{ab}	2.057±0.338 ^{ab}	0.087±0.018 ^{ab}
TR21/1	9.125±1.356 ^b	1.505±0.412 ^{ab}	0.077±0.028 ^a	8.500±2.563 ^{ab}	1.583±0.413 ^b	0.067±0.014 ^b
30/1m	8.900±1.791 ^b	1.785±0.624 ^{ab}	0.195±0.296 ^a	10.800±3.938 ^{ab}	1.878±0.661 ^{ab}	0.081±0.033 ^{ab}
Negatif Kontrol	9.900±1.449 ^{ab}	1.833±0.455 ^{ab}	0.097±0.056 ^a	8.000±3.333 ^b	1.927±0.469 ^{ab}	0.082±0.024 ^{ab}

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir.

Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi ıspanak bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının, sürgün boyu ve toplam yaş ağırlık gelişim parametrelerinde muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Toplam yaş ağırlık ve toplam kuru ağırlık morfolojik gelişim parametreleri incelendiğinde, sırasıyla en yüksek değer CA41/1 nolu bakteri muamele grubunda 2.368 g, 0.104 g olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bütün muamele grupları arasında CA41/1 nolu bakterinin diğer bakteri izolatlarına oranla ıspanak bitkisi üzerinde daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

Ispanak bitkisine uygulanan 5 PGPR izolattan bütün değerlendirmeler sonucu CB36/1 ile TR21/1 nolu bakteri izolatlarının AMF x PGPR uygulamasında kullanılması uygun görülmüştür.

Çizelge 4.3. Isırgan otu bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının fidelerin yaş ağırlık (g), kuru ağırlık (g), bitki boyu (cm) değerleri ve etkisi

Muamele grupları	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Kök Uzunluğu (cm)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$
CB36/1	20.600±5.440 ^a	3.302±1.596 ^a	0.809±0.526 ^a	16.900±7.837 ^{ab}	4.092±2.067 ^a	0.227±0.109 ^{ab}
CA41/1	21.800±2.740 ^a	2.205±0.974 ^{ab}	0.407±0.226 ^b	12.400±5.460 ^{ab}	3.238±1.113 ^{ab}	0.200±0.070 ^{ab}
14/17	15.500±5.986 ^b	1.834±1.473 ^b	0.429±0.515 ^{ab}	10.700±10.698 ^b	2.253±1.959 ^b	0.141±0.121 ^b
TR21/1	20.200±3.047 ^a	2.801±1.197 ^{ab}	0.557±0.272 ^{ab}	17.500±6.363 ^{ab}	3.341±1.389 ^{ab}	0.198±0.058 ^{ab}
30/1m	22.600±2.674 ^a	3.707±1.269 ^a	0.862±0.394 ^{ab}	18.900±6.674 ^a	4.529±1.637 ^a	0.230±0.082 ^{ab}
Negatif Kontrol	21.555±5.077 ^a	3.658±1.378 ^a	0.692±0.551 ^{ab}	19.666±9.473 ^a	4.438±1.861 ^a	0.245±0.080 ^a

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark $p<0.05$ 'e göre önemsizdir.

Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi ısırgan otu bitkisine uygulanan beş PGPR izolatlarının etkisi incelendiğinde; sürgün boyu, sürgün yaş ağırlığı ve toplam yaş ağırlık muamele gruplarının diğer muamele gruplarına göre istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Toplam yaş ağırlık parametresinde en yüksek değer 30/1m muamele grubunda 4.529 g olduğu tespit edilmiştir. Toplam kuru ağırlık parametresinde ise; negatif kontrol muamele grubunda en yüksek değer 0.245 g olduğu saptanmıştır.

Isırgan otu bitkisine uygulanan 5 PGPR izolattan bütün değerlendirmeler sonucu CB36/1 ile TR21/1 nolu bakteri izolatlarının AMF x PGPR uygulamasında kullanılması uygun görülmüştür.

4.2. PGPR x AMF Kombinasyonlarının Karnabahar, Ispanak ve Isırgan Otu Bitkilerine Etkileri

4.2.1. Morfolojik gelişim parametreleri ve fosfor (ppm) içeriği

Morfolojik gelişim parametrelerine göre seçilen CB36/1 ile TR21/1 bakteri izolatlarının AMF kolonizasyonuna, mikorhizal bağımlılığa ve bitki gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla iklim odası koşullarında bölüm 3.2.3' de anlatıldığı şekilde üç farklı bitki (karnabahar, ıspanak, ısırgan otu) ve 2 AMF türüyle (*Gigaspora margarita*, ERS ticari isimli AMF *Glomus* türevli) inokule edilmiştir. 8 haftalık gelişme periyodu sonunda PGPR x AMF kombinasyonlarının bitki gelişim parametreleri bölüm 3.2.4.'de anlatıldığı şekilde ölçülerek (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6.) belirtilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Karnabahar ve ıspanak bitkilerine uygulanan CB36/1 ile TR21/1 bakteri izolatlarının AMF türleri ile inokulasyonundan 7 hafta sonraki morfolojik gelişiminden görünüm.



Şekil 4.2. Isırgan otu bitkisine uygulanan CB36/1 ile TR21/1 bakteri izolatlarının AMF türleriyle inokulasyonundan 7 hafta sonraki morfolojik gelişiminden ve püsküllerinden görünüm.

Çizelge: 4.4. Karnabahar bitkisinde ölçülen gelişim parametreleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (cm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Sürgün Kuru Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)	Toplam Fosfor İçeriği (ppm)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$
Kontrol	3.504 ± 0.168 ^{bc}	24.150 ± 1.567 ^c	24.500 ± 1.928 ^{bc}	9.822 ± 1.248 ^b	0.982 ± 0.375 ^c	10.800 ± 1.478 ^b	0.766 ± 0.074 ^{cd}	0.116 ± 0.261 ^a	0.888 ± 0.094 ^{cd}	3494.5 ± 366.6 ^a
Ticari AMF	3.760 ± 0.584 ^{ab}	29.514 ± 1.620 ^a	25.466 ± 3.285 ^b	13.374 ± 2.773 ^a	1.106 ± 0.368 ^{bc}	14.476 ± 3.096 ^a	1.220 ± 0.364 ^{ba}	0.116 ± 0.055 ^a	1.336 ± 0.419 ^{ab}	3371.7 ± 137.4 ^a
<i>G. margarita</i>	3.328 ± 0.275 ^c	26.750 ± 2.437 ^b	23.350 ± 2.854 ^{bc}	9.228 ± 0.819 ^{bc}	0.978 ± 0.513 ^c	10.176 ± 1.068 ^{bc}	0.698 ± 0.059 ^{cd}	0.102 ± 0.032 ^a	0.808 ± 0.086 ^{cd}	3834.9 ± 416.4 ^a
Bakteri CB36/1	3.308 ± 0.356 ^c	22.530 ± 0.893 ^{cd}	24.900 ± 2.240 ^{bc}	8.324 ± 0.709 ^{bc}	0.676 ± 0.320 ^c	9.000 ± 0.976 ^{bc}	0.614 ± 0.143 ^d	0.098 ± 0.045 ^a	0.714 ± 0.185 ^d	3173.7 ± 345.5 ^a
Bakteri TR21/1	3.572 ± 0.130 ^{bc}	20.400 ± 1.443 ^d	22.750 ± 3.495 ^{bc}	7.214 ± 0.830 ^c	0.938 ± 0.214 ^c	8.144 ± 0.944 ^c	0.726 ± 0.098 ^{cd}	0.130 ± 0.019 ^a	0.858 ± 0.109 ^{cd}	3129.4 ± 444.0 ^a
Ticari AMFxCB36/1	4.122 ± 0.186 ^a	28.400 ± 1.755 ^{ab}	29.300 ± 0.818 ^a	13.512 ± 1.362 ^a	1.764 ± 0.610 ^a	15.280 ± 1.710 ^a	1.498 ± 0.361 ^a	0.146 ± 0.067 ^a	1.644 ± 0.412 ^a	3238.7 ± 308.4 ^a
Ticari AMFxTR21/1	3.910 ± 0.148 ^{ab}	28.200 ± 1.658 ^{ab}	29.150 ± 0.978 ^a	13.342 ± 1.953 ^a	1.598 ± 0.325 ^{ab}	15.176 ± 1.942 ^a	1.272 ± 0.224 ^a	0.140 ± 0.020 ^a	1.412 ± 0.238 ^{ab}	3361.4 ± 371.9 ^a
<i>G. margarita</i> xCB36/1	4.032 ± 0.308 ^a	20.350 ± 2.169 ^d	22.300 ± 2.741 ^{cb}	9.198 ± 1.094 ^{bc}	1.074 ± 0.350 ^{bc}	10.264 ± 1.362 ^{bc}	0.978 ± 0.143 ^{bc}	0.138 ± 0.028 ^a	1.122 ± 0.165 ^{bc}	3132.7 ± 412.8 ^a
<i>G. margarita</i> xTR21/1	4.082 ± 0.255 ^a	22.700 ± 1.798 ^{cd}	21.800 ± 2.057 ^c	9.720 ± 1.002 ^b	0.748 ± 0.338 ^c	10.464 ± 1.080 ^{bc}	0.852 ± 0.125 ^{cd}	0.112 ± 0.028 ^a	0.968 ± 0.146 ^{cd}	3465. ± 523.7 ^a

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir.

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi karnabahar bitkisinin morfolojik gelişim parametrelerinde, toplam fosfor içeriği ve kök kuru ağırlığı bakımından muamele grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Fakat diğer gelişim parametrelerinde, muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, toplam yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toplam kuru ağırlık gelişim parametrelerinde sırasıyla en yüksek değer ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda 4.122 cm, 29.514 cm, 29.300 cm, 13.512 g, 1.764 g, 15.280 g, 1.498 g, 1.644 g, olduğu gözlemlenmiştir. Toplam yaş-kuru ağırlıkları bakımından ticari AMF x CB36/1 ile ticari AMF x TR21/1 muamele gruplarının diğer muamele gruplarına göre yüksek çıktığı görülmüştür. Bakteri türlerinin ticari AMF ile etkileşimi sonucu bitki gelişimi üzerindeki etkisini arttırmış, fakat sürgün boyu gelişim parametresinde bakteri x AMF kombinasyonundan etkilenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca sürgün çapı açısından ticari AMF x CB36/1 muamele grubunun yüksek değerde olduğu fark edilmiştir. *G. margarita* AMF izolatu uygulanan muamele gruplarının, morfolojik gelişim parametrelerine göre; bakteri türlerinden etkinliği farklılık göstermiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Karnabahar bitkisine uygulanan muamele grupları A) kontrol B) ticari AMF C) bakteri CB36/1 D) *G. margarita* TR21/1.

Çizelge:4.5. Ispanak bitkisinde ölçülen gelişim parametreleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (cm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Sürgün Kuru Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)	Toplam Fosfor İçeriği (ppm)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$
Kontrol	3.716±0.372 ^{ab}	17.216±2.366 ^b	16.616±2.477 ^a	10.068±1.552 ^{cd}	0.580±0.132 ^{abcd}	10.634±1.648 ^{bc}	0.782±0.143 ^{abc}	0.080±0.020 ^{ab}	0.870±0.157 ^{ab}	5054.1±1046.5 ^b
Ticari AMF	3.806±0.323 ^{ab}	18.100±0.978 ^{ab}	17.850±0.962 ^a	9.182±0.832 ^d	0.486±0.056 ^{bcd}	9.660±0.843 ^c	0.608±0.096 ^{cd}	0.044±0.011 ^c	0.652±0.095 ^{bc}	5620.5±727.2 ^b
<i>G. margarita</i>	3.534±0.258 ^b	17.300±3.337 ^b	15.800±1.524 ^a	6.868±1.032 ^d	0.448±0.061 ^{cd}	7.308±1.081 ^c	0.472±0.075 ^d	0.040±0.010 ^c	0.520±0.072 ^c	5296.4±791.0 ^b
Bakteri CB36/1	4.132±0.629 ^{ab}	21.332±3.187 ^a	20.150±6.319 ^a	10.120±2.095 ^{cd}	0.540±0.168 ^{bcd}	10.674±2.203 ^{bc}	0.710±0.256 ^{bcd}	0.066±0.019 ^{abc}	0.780±0.264 ^{ab}	4996.1±1075.2 ^b
Bakteri TR21/1	4.056±0.336 ^{ab}	21.050±3.684 ^a	16.100±2.966 ^a	17.802±4.218 ^a	0.644±0.188 ^{ab}	16.416±5.352 ^a	0.932±0.300 ^{ab}	0.088±0.030 ^a	1.024±0.319 ^a	5415.8±1582.7 ^b
Ticari AMFxCB36/1	4.178±0.578 ^a	20.500±3.041 ^{ab}	19.750±3.437 ^a	13.882±3.276 ^b	0.712±0.091 ^a	15.238±2.582 ^a	0.978±0.217 ^a	0.056±0.026 ^{bc}	1.034±0.237 ^a	4794.7±406.8 ^b
Ticari AMFxTR21/1	4.094±0.232 ^{ab}	20.430±1.709 ^{ab}	19.132±4.989 ^a	13.308±1.460 ^{bc}	0.594±0.063 ^{ab}	13.878±1.437 ^{ab}	0.748±0.134 ^{abc}	0.068±0.034 ^{abc}	0.816±0.107 ^{ab}	5238.3±639.8 ^b
<i>G. margarita</i> x CB36/1	3.968±0.622 ^{ab}	19.900±1.154 ^{ab}	16.400±1.040 ^a	9.666±3.561 ^d	0.472±0.113 ^{cd}	10.138±3.638 ^{bc}	0.666±0.089 ^{cd}	0.054±0.023 ^{bc}	0.728±0.090 ^{bc}	5330.5±864.5 ^b
<i>G. margarita</i> x TR21/1	4.198±0.193 ^a	18.250±1.912 ^{ab}	18.416±4.079 ^a	9.720±1.697 ^d	0.420±0.050 ^d	10.130±1.765 ^{bc}	0.744±0.117 ^{abc}	0.048±0.013 ^{bc}	0.798±0.123 ^{ab}	6961.7±810.4 ^a

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir.

Çizelge 4.5.'de görüldüğü gibi ıspanak bitkisinde ölçülen morfolojik gelişim parametrelerinden kök uzunluğunun muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Fakat diğer gelişim parametrelerinde, muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Toplam fosfor içeriği bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). *G. margarita* AMF izolatının TR21/1 nolu bakteri izolatı ile etkileşimi sonucu toplam fosfor içeriğinin arttığı gözlemlenmiştir. Morfolojik gelişim parametrelerinden sürgün çapı, sürgün boyu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, toplam yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toplam kuru ağırlığı, toplam fosfor içeriği sırasıyla en yüksek değerler 4.198 cm, 21.332 cm, 17.802 g, 0.712 g, 16.416 g, 0.978 g, 0.088 g, 1.034 g, 6961.7 ppm ve muamele grupları arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Tekli CB36/1 ve tekli TR21/1 nolu bakteri izolatları uygulanmış muamele gruplarının, tekli *G. margarita* ve tekli ticari AMF izolatı uygulanmış muamele gruplarından yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca her iki bakteri izolatlarının kullanıldığı muamele gruplarında gerek tekli gerek ticari AMF ile olanlarda diğer muamelelere oranla artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Ispanak bitkisine uygulanan muamele grupları A) kontrol B) bakteri CB36/1 C) ticari AMF D) *G. margarita*.

Çizelge:4.6. Isırgan otu bitkisinde ölçülen gelişim parametreleri

Muamele grupları	Sürgün Çapı (cm)	Sürgün Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Sürgün Yaş Ağırlık (g)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Sürgün Kuru Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)	Toplam Kuru Ağırlık (g)	Toplam Fosfor İçeriği (ppm)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$
Kontrol	6.006±1.288 ^{bc}	56.550±9.631 ^{ab}	29.250±7.120 ^b	9.566±0.841 ^{cde}	1.714±0.185 ^c	11.312±1.016 ^c	1.116±0.157 ^c	0.162±0.047 ^c	1.282±0.196 ^c	3016.7±137.2 ^a
Ticari AMF	7.074±0.721 ^{abc}	52.632±7.122 ^{abc}	32.832±5.571 ^b	16.428±3.846 ^{ab}	2.860±1.164 ^b	19.246±4.753 ^{ab}	1.606±0.304 ^b	0.202±0.038 ^{bc}	1.808±0.339 ^b	2675.5±269.4 ^a
<i>G. margarita</i>	6.286±1.857 ^{bc}	55.250±2.039 ^{ab}	28.450±1.022 ^b	7.938±0.629 ^{cd}	1.240±0.204 ^c	9.166±0.714 ^c	1.112±0.064 ^c	0.146±0.026 ^c	1.260±0.071 ^c	2399.1±308.2 ^a
Bakteri CB36/1	6.368±0.664 ^{bc}	53.082±5.413 ^{abc}	27.514±7.136 ^b	10.538±1.847 ^c	1.654±0.669 ^c	12.182±2.441 ^c	1.118±0.150 ^c	0.166±0.054 ^c	1.284±0.199 ^c	2358.1±391.0 ^a
Bakteri TR21/1	5.940±0.132 ^{bc}	51.000±6.586 ^{bc}	28.300±1.373 ^b	9.926±1.357 ^{cde}	1.796±0.145 ^c	11.718±1.477 ^c	1.092±0.219 ^c	0.192±0.018 ^{bc}	1.290±0.232 ^c	2289.9±477.7 ^a
Ticari AMFxCB36/1	7.288±0.782 ^{ab}	56.814±2.827 ^{ab}	40.882±9.170 ^a	14.316±1.513 ^b	3.416±0.250 ^b	17.686±1.318 ^b	1.656±0.163 ^b	0.258±0.109 ^{ab}	1.914±0.196 ^b	2593.6±325.9 ^a
Ticari AMFxTR21/1	7.960±1.024 ^a	60.950±3.731 ^a	41.200±3.756 ^a	16.878±1.181 ^a	4.900±1.075 ^a	21.018±1.228 ^a	1.976±0.143 ^a	0.286±0.038 ^a	2.262±0.135 ^a	2808.6±531.5 ^a
<i>G. margarita</i> xCB36/1	5.754±0.304 ^c	46.050±5.938 ^c	29.900±5.089 ^b	7.534±1.011 ^c	1.652±0.150 ^c	9.168±1.149 ^c	0.820±0.089 ^d	0.166±0.020 ^c	0.988±0.109 ^d	2610.6±368.9 ^a
<i>G. margarita</i> xTR21/1	5.816±0.421 ^c	56.316±5.611 ^{ab}	27.600±3.891 ^b	10.104±1.795 ^{cd}	1.904±0.521 ^c	12.004±2.298 ^c	1.122±0.142 ^c	0.180±0.037 ^c	1.308±0.174 ^c	2392.2±513.5 ^a

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir.

Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi ısırgan otu bitkisinde ölçülen morfolojik gelişim parametrelerinde ticari AMF x TR21/1 muamele grubunun diğer muamele gruplarına göre yüksek çıktığı görülmüştür. Diğer muamele grupları ile *G. margarita* x CB36/1-*G. margarita* x TR21/1 muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). TR21/1 nolu izolatin CB36/1 nolu izolata göre AMF türleri üzerindeki bitki gelişimi teşvikinin daha yüksek olduğu ve istatistiki açıdan da önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Toplam yaş-kuru ağırlık bakımından ticari AMF x CB36/1 muamele grubu ile ticari AMF x TR21/1 muamele grubu arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$) (Şekil 4.5). Morfolojik gelişim parametrelerinden sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, toplam yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, toplam kuru ağırlığı sırasıyla en yüksek değer ticari AMF x TR21/1 muamele grubunda 7.960 cm, 60.950 cm, 41.200 cm, 16.878 g, 4.900 g, 21.018 g, 1.976 g, 0.286 g, 2.262 g olduğu gözlemlenmiştir. Toplam fosfor içeriği bakımından kontrol grubunun yüksek olduğu fakat muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).



Şekil 4.5. Isırgan otu bitkisine uygulanan muamele grupları A) kontrol B) ticari AMF TR21/1 C) *G. margarita* TR21/1 D) bakteri CB36/1.

4.2.2. Bitki köklerinde AMF ERS (Endo Roots Soluble) ile *Gigaspora margarita*'nın kök kolonizasyonu ve spor yoğunluğu

G. margarita ve ticari AMF ile inokule edilen TR21/1 ve CB36/1 no'lu bakteri türlerinin karnabahar, ıspanak, ısırgan otu bitkilerine bağımlılık, kök kolonizasyonu, spor yoğunluğu açısından farklılıkların olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9).

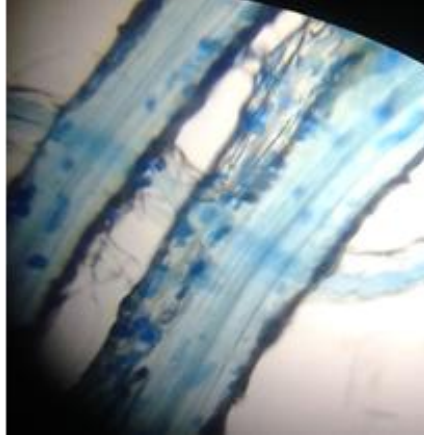
Çizelge 4.7. AMF türleriyle inokule edilen PGPR (TR21/1, CB36/1) izolatlarının karnabahar bitkisinin kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)'na etkisi

Muamele grupları	AMF Kök Kolonizasyonu (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	
Ticari AMF	13.681±2.272 ^a	17.800±6.300 ^{ab}	+(33.835)
<i>G. margarita</i>	0.486±0.665 ^c	7.800±3.420 ^c	-(10)
Ticari AMF x CB36/1	2.107±2.885 ^c	12.600±1.673 ^{bc}	+(46.341)
TicariAMF x TR21/1	2.450±2.666 ^c	14.400±7.893 ^{abc}	+(37.589)
<i>G. margarita</i> x CB36/1	8.338±3.198 ^b	20.600±4.219 ^a	+(21.429)
<i>G. margarita</i> x TR21/1	1.777±2.748 ^c	17.000±4.359 ^{ab}	+(8.333)

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir.

*(-): Mikorhizal bağımlılık yok *(+): Mikorhizal bağımlılık var.

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi karnabahar bitkisi AMF kök kolonizasyonu bakımından ticari AMF muamele grubunun diğer muamele gruplarından yüksek etkinlik gösterdiği belirlenmiş ve aralarındaki fark, istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Toprak spor yoğunluğu bakımından CB36/1 ve TR21/1 bakteri türlerinin *G. margarita* üzerinde etkinliğini arttırdığı ve en yüksek değer *G. margarita* x CB36/1 muamele grubuna ait 20.600 spor/g olduğu gözlemlenmiştir. AMF etkinliğinin belirlenmesinde mikorhizal bağımlılık yönünden en yüksek değer + 46.341 ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda görülmüştür. Çizelge 4.7.'de dikkat çeken bir diğer detay ise bakteri türleri (CB36/1 ve TR21/1) mikorhizal bağımlılık açısından AMF türlerinin (*G. margarita* ve ticari AMF) değerini arttırmıştır. Sadece *G. margarita* kullanılan AMF türünde mikorhizal bağımlılık oluşmamıştır. En düşük mikorhizal bağımlılık değeri + 8.333 *G. margarita* x TR21/1 kombinasyonunda görülmüştür (Şekil 4.6, Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Karnabahar x ticari AMF kombinasyonundan kök kolonizasyonu.



Şekil 4.7. Karnabahar x *G. margarita* x CB36/1 kombinasyonundan toprak sporu.

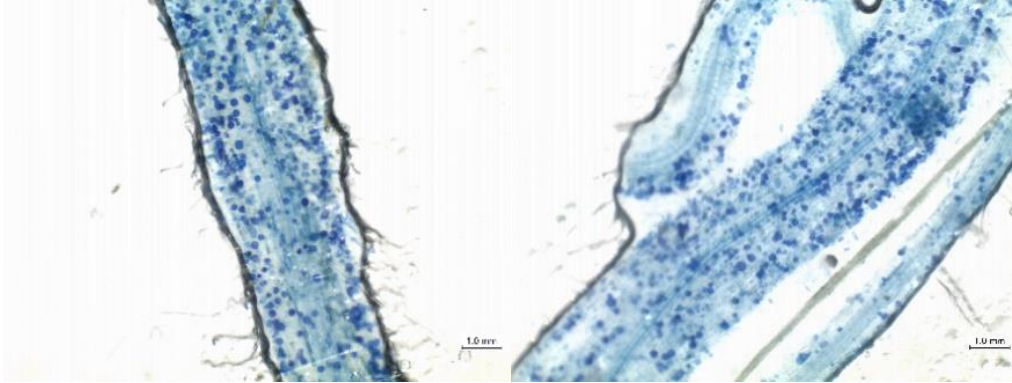
Çizelge 4.8. AMF türleriyle inokule edilen PGPR (TR21/1, CB36/1) izolatlarının ıspanak bitkisinin kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)'na etkisi

Muamele grupları	AMF Kök Kolonizasyonu (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	
Ticari AMF	50.518±8.584 ^a	30.800±11.009 ^{ab}	-(33.846)
<i>G. margarita</i>	13.259±5.486 ^b	38.000±9.138 ^a	-(67.308)
Ticari AMF x CB36/1	41.699±30.068 ^{ab}	32.400±9.072 ^{ab}	+(15.534)
TicariAMF x TR21/1	32.060±28.989 ^{ab}	31.200±12.969 ^{ab}	-(7.407)
<i>G. margarita</i> x CB36/1	29.623±11.804 ^{ab}	34.800±16.843 ^{ab}	-(20.833)
<i>G. margarita</i> x TR21/1	31.933±22.331 ^{ab}	20.400±8.112 ^b	-(10.127)

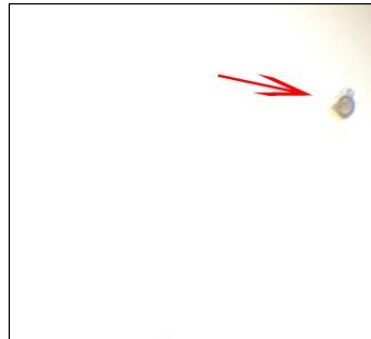
*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir.

*(-): Mikorhizal bağımlılık yok *(+): Mikorhizal bağımlılık var

Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi ıspanak bitkisindeki AMF etkinliğinin belirlenmesinde mikorhizal bağımlılık yönünden en yüksek değerin + 15.534 ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda görülür iken diğer muamele grubunda mikorhizal bağımlılık görülmemektedir. Sadece ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda mikorhizal bağımlılığın görülmesi CB36/1 nolu bakterinin etkisi olabileceği ancak AMF'nin etkisinin olmadığı düşünülebilir. AMF kök kolonizasyonu bakımından ticari AMF muamele grubu ile *G. margarita* muamele grubu arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca en yüksek değerin %50.518 sadece ticari AMF uygulanan muamele grubunda olduğu görülmüştür. Toprak spor yoğunluğu bakımından ise sadece *G. margarita* uygulanan muamele grubu ile *G. margarita* x TR21/1 muamele grubu arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 4.8, Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Ispanak bitkisine uygulanan ticari AMF muamele grubunda görülen kök kolonizasyonu.



Şekil 4.9. Ispanak bitkisine uygulanan *G. margarita* muamele grubunda görülen toprak sporu.

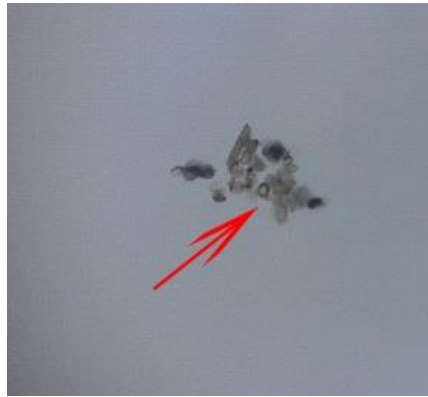
Çizelge 4.9. AMF türleriyle inokule edilen PGPR (TR21/1, CB36/1) izolatlarının ısırgan otu bitkisinin kök kolonizasyonu oranı (%), toprak spor yoğunluğu (spor/g toprak) ve mikorhizal bağımlılık oranı (%)’na etkisi

Muamele grupları	AMF Kök Kolonizasyonu (%)	Toprak Spor Yoğunluğu (spor/g toprak)	Mikorhizal Bağımlılık (%)
	$\bar{X} \pm S.S$	$\bar{X} \pm S.S$	
Ticari AMF	3.452±3.177 ^a	2.000±1.871 ^d	+(28.888)
<i>G. margarita</i>	1.383±1.894 ^a	12.200±3.271 ^{cd}	-(1.587)
Ticari AMF x CB36/1	1.176±1.611 ^a	42.200±15.023 ^a	+(32.984)
TicariAMF x TR21/1	0.774±1.060 ^a	26.000±8.515 ^b	+(43.263)
<i>G. margarita</i> x CB36/1	2.582±3.536 ^a	19.400±4.393 ^{bc}	-(30.612)
<i>G. margarita</i> x TR21/1	1.177±1.613 ^a	10.400±3.130 ^{cd}	+(1.538)

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütundaki aynı harfler arasındaki fark $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir.

*(-): Mikorhizal bağımlılık yok *(+): Mikorhizal bağımlılık var.

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi, ısırgan otu bitkisindeki AMF etkinliğinin belirlenmesinde mikorhizal bağımlılık yönünden en yüksek değer in + 43.263 ticari AMF x TR21/1 muamele grubuna ait olduğu gözlemlenmiştir. Toprak spor yoğunluğu bakımından en yüksek değer in 42.200 spor/g olup CB36/1 nolu bakteri türünün, mikorhizal bağımlılık bakımından en yüksek değer in + 43.263 olup TR21/1 nolu bakteri türünün ticari AMF’nin etkinliğini arttırdığı görülmüştür. AMF kök kolonizasyonu yönünden muamele grupları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). AMF kök kolonizasyonunda en yüksek değer in %3.452 ticari AMF’de olduğu fark edilmiştir. Toprak spor yoğunluğu bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Isırgan otu bitkisine uygulanan ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda görülen toprak sporu.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lar ile simbiyotik yaşam oluşturma yönünde negatif etkide buldukları düşünülen Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyalarına ait bazı bitki türlerindeki AMF oluşumuna, PGPR'in etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda, çalışma kapsamındaki PGPR'ların, bazı morfolojik gelişim parametrelerine, bitkilerdeki fosfor elementi içeriğine, AMF'nin bitkilerdeki kök kolonizasyon oranları ile topraktaki AMF spor yoğunluklarına olan etkileri incelenmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında, çeşitli konukçularda bitki gelişimi üzerindeki etkinliği önceden belirlenmiş olan beş PGPR bakterisin'den en başarılı iki bakteriyi belirlemek amacıyla; iklim odası koşullarında beş farklı bakteri izolatu (CB36/1, CA41/1, 14/1Y, TR21/1 ve 30/1m) ile üç farklı bitki çeşidi (karnabahar, ıspanak, ısırgan otu) inokule edilmiştir. İnokulasyon sonucu elde edilen verilere göre, bitkiler arasındaki gelişim parametreleri ile izolatlar arasındaki ilişkinin negatif kontrole oranla farklılık gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6). Söz konusu farklılıkların, PGPR izolatlarının, kültürel, morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Kushwaha ve ark., 2013). PGPR'ler bitki gelişimini teşvik ederek, N, P, K, Ca ve Mg gibi besin elementlerinin de alınımını artırmaktadır (Sharafzadeh, 2012; Ekici ve ark., 2015; Civelek, 2017). PGPR inokulasyonu yapılmayan ıspanak bitkilerinde inokulasyon yapılanlara oranla, çimlenme gecikmekte, büyüme ve köklenmede gelişim sağlanamamaktadır (Roychowdhury ve ark., 2016).

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda, bir bakteri türünün birden fazla PGPR özelliği taşıyabilmekte olduğu belirlenmiş olup biyolojik gübre olarak kullanılmasının yanı sıra biyolojik kontrol ajanı olarak da kullanılabildiği görülmüştür (İmriz ve ark., 2014). Kullanılan PGPR izolat çeşitlerinin, bitki gelişimi üzerindeki etkileri birbirinden farklılık göstermektedir (Sharafzadeh, 2012). Tarafımızdan yapılan çalışma sonucundada her üç bitki türünde kullanılan çeşitli PGPR izolatlarının etkileri bitkilere göre farklılık göstermiştir. Seçilen bakteri izolatlarından CB36/1 ile TR21/1'nin diğer izolatlara oranla daha iyi gelişim sağladığı görülmüştür (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6).

Bu çalışmada, PGPR Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticacea familyalarına ait bitkilerin gelişimine etkisinin belirlenmesinin yanı sıra AMF da oluşumu ve gelişimi üzerindeki etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Böylelikle bu iki biyolojik ajanların birbirleriyle interaksiyonları ve bu interaksiyonların etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Her iki biyolojik kontrol ajanının birlikte uygulandığı tüm bitki türlerinde genel olarak, bitki gelişim parametrelerinde kontrol bitkilerine göre artış olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6). Egamberdieva ve Adesemoye., (2016) yaptığı çalışmada bitki büyümesini ve verimi arttıran PGPR x AMF kombinasyonlarının; bitkinin sürgün boyunu, kuru ağırlığını arttırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca toprağın; N, P ve K besin elementlerince zenginleşebileceği ileri sürülmüştür. AMF uygulaması yapılan tüm bitkilerde, özellikle ticari AMF izolatının uygulandığı bitkilerde, sürgün boyu, sürgün çapı, kök uzunluğu, yaş-kuru ağırlıkları gibi gelişim parametrelerinin kontrol grubu bitkilere göre daha yüksek çıktığı, bitki gelişiminin teşvik edildiği kaydedilmiştir. Nitekim Bagyaraj ve ark. (2017)'nin da ifade ettiği gibi, AMF'lar hem bitki biyoçeşitliliği sağlamakta hem de verimi arttırmaktadır. AMF ekosistemin işleyişine katkıda bulunan önemli bir faktör olduğu görülmektedir.

AMF ile simbiyotik ilişki kuran bitkilerin, başta fosfor olmak üzere bazı makro ve mikro besin elementlerince zengin olduğu birçok çalışmayla ortaya konmuştur (Demir, 1998; Akköprü ve Demir, 2005; Demir ve ark., 2015). Bitkiler tarafından alınımı kısıtlı olan fosfor, AMF'li ortamlarda bitkinin alınımını kolaylaştırdığı çoğu araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur (Hayman ve Mosse, 1972; Smith ve ark., 1992; Srivastava ve ark., 1996). Tarafımızdan yapılan çalışmada, bitkilerdeki toplam fosfor miktarları, muamele grupları arasında değerlendirildiğinde; karnabahar ve ısırgan otu bitkilerinin kontrol grubuyla arasında istatistiki olarak fark ortaya çıkmamıştır (Çizelge 4.4, Çizelge 4.6). Fakat ıspanak bitkisinde, *G. margarita* x TR21/1 muamele grubunda kontrol grubuna göre fosforda artış kaydedilmiştir (Çizelge 4.5). Güneş ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada ıspanak bitkisine uygulanan ERS ticari AMF, *G. margarita* ve *Glomus intraradices* AMF türlerinin, muamele grupları arasında fosfor miktarı bakımından istatistiki olarak farkın olmadığı belirlenmiştir. AMF ile ilgili yapılan çalışmalar, bu fungusların bitki gelişimi ve dayanıklılığı üzerindeki etkilerinin yanı sıra son yıllarda AMF'lerinin gelişimi (mikorhizal kolonizasyon, sporulasyon ve mikorhizal bağımlılık) ve gelişimi etkileyen faktörler üzerinde odaklanmıştır (Demir, 2002; Şensoy

ve ark., 2007). AMF'lerin konukçu seçicilikleri olmamasına rağmen; Brassicaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyaları üyesi bitki türlerinde simbiyotik yaşam oluşturma yönüyle negatif etkide buldukları ortaya konulmuştur (Tester ve ark., 1987; Smith ve Read, 2008; Brundrett 2009; Lambers ve Teste, 2013; Tushar ve Satish 2013). Söz konusu bu bitkilerin kök salgılarının allelopatik etki göstererek, AMF'nin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Sosa-Rodriquez ve ark., 2013). Allelopatik etkinin yanısıra “non-host plant” (konukçu olmayan) olarak nitelendirilen bu familyalarda non-host plant genlerin de etkili olduğu kaydedilmiştir (Fiorilli ve ark., 2015). AMF inokulasyonu yapılmış bu familyalara ait bazı bitkilerin, biyotik ve abiyotik streslere karşı direncini tespit etmek amacıyla büyüme ya da verim üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Fakat AMF kök kolonizasyonları ve yapıları incelendiğinde, negatif bir sonuç elde edilmiştir (Zuccarini ve ark., 2016). Çalışmamız sonucunda, elde edilen veriler ile söz konusu çalışmalarla örtüşmektedir. Elde ettiğimiz bulgular sonucunda, karnabahar ve ıspanak bitkilerinde AMF kök kolonizasyonu ve topraktaki spor yoğunluğu açısından özellikle ticari AMF izolatının bulunduğu muamele grubunun, diğer muamele gruplarından daha iyi etkinlik gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.7, Çizelge 4.8). ısrırgan otu bitkisinde ise AMF kolonizasyon oranının diğer bitkilere göre çok düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.9). Çalışmamızla benzer sonuçlar elde eden Vierheilig ve ark. (1996) ısrırgan otunun rizomlarında bulunan kök yapılarına benzer bir protein olan agglutinin AMF hif oluşumunu dolayısıyla kolonizasyon oluşumunu engellediği ve mikorhizal simbiyotik ilişkinin gözlenmediğini ifade etmiştir. Mevcut çalışmamızda dikkat çeken bir başka detay, ısrırgan otuna uygulanan AMF izolatlarının arasındaki farklılık olmuştur. AMF morfolojik gelişim parametreleri açısından ticari AMF izolatının diğer AMF izolatına (*G. margarita*) göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

AMF bitki gelişimini teşvik eden kök bakteri (PGPR) ile rizosferde rekabete girebileceği gerek birbirleri gerekse bitki gelişimi üzerinde sinerjist etki gösterebilmektedir (Akköprü ve Demir, 2005). Bu ilişkiye yönelik olarak yapılan bazı çalışmalarda PGPR x AMF kombinasyonlarının bitki gelişiminin teşvik etmesine rağmen, AMF kolonizasyonun ve mikorhizal bağımlılığın, PGPR bakterilerden etkilenmediği ortaya konulmuştur (Walley ve ark, 1997; Orlowska ve ark., 2002; Roesti ve ark., 2006). Mevcut çalışmamız, ileri sürülen bu sonuçlarla kısmen paralellik göstermektedir.

Karnabahar bitkisinde; mikorhizal bağımlılık yönünden en yüksek değerin ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda görülmesi; bakteri türlerinin bağımlılıkta AMF türlerini etkilediğini göstermiştir. Ancak AMF kök kolonizasyonunda aynı sonuç elde edilmemiş, PGPR bakterilerinin kök kolonizasyonu üzerinde olumlu etkiye sahip olmadıkları ortaya konmuştur (Çizelge 4.8). Ayrıca topraktaki AMF spor yoğunluğu'nun *G. margarita* x CB36/1 ve *G. margarita* x TR21/1 kombinasyonlarında teşvik edildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çalışmamızda ıspanak bitkisinin mikorhizal gelişim parametrelerine bakıldığında en yüksek bağımlılığın ticari AMF x CB36/1 muamele grubunda ortaya çıktığı, diğer muamele gruplarında ise mikorhizal bağımlılığın oluşmadığı görülmüştür. Sonuçta CB36/1 nolu bakteri türünün mikorhizal bağımlılığı arttırdığı ancak AMF'nin etkin olmadığı düşünülmüştür. Güneş ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada ıspanak bitkisine inokule edilen ticari AMF (ERS) izolatının, mikorhizal bağımlılıkta etkin olduğu ortaya konulmuştur. Zuccarini ve ark. (2016) ıspanak bitkisine farklı AMF türlerinin uygulanması sonucu, bitki gelişiminde artış gözlenirken arbusküler mikorhizal uyumun iyi olmadığı gözlenmiştir. Valetti ve ark. (2016)'nin uygulamalarında ise, AMF uygulanmış bitki köklerine spor oluşumunu teşvik eden bakteriler uygulanmasına rağmen, bitkide kök kolonizasyonunun görülmediği belirlenmiştir. Tarafımızdan yapılan çalışmada ise ticari AMF ve ticari AMF x TR21/1 muamele gruplarında kök kolonizasyon oranlarının diğer muamele gruplarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7, Çizelge 4.8). Ancak mikorhizal bağımlılık açısından, ticari AMF x CB36/1 hariç, diğer muamele gruplarında bağımlılığın negatif çıktığı, topraktaki AMF spor yoğunluklarının ise bakteri uygulamalarının olduğu muamele gruplarında tekli AMF uygulamalarına göre daha düşük olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 4.8).

Isırgan otu bitkisindeki mikorhizal bağımlılık oranı en yüksek ticari AMF x TR21/1 muamele grubunda saptanırken, genel olarak PGPR bakterilerin mikorhizal bağımlılık, kök kolonizasyonu ve topraktaki spor yoğunluğu üzerine etkileri değişken olmuştur. Isırgan otu ile ilgili dikkati çeken en önemli değerlendirme, ıspanak ve karnabahar bitkilerine oranla, kök kolonizasyon oranlarının çok düşük oranlarda kalması olmuştur (Çizelge 4.9) (Vierheilig ve ark., 1996).

Non-mycorrhizal bitkiler simbiyotik ilişki kuramadıkları mikorhizal fungusları patojen olarak algıladığından dolayı allelopatik etkiye sahip kimyasal silahlarla

mikorhizal fungus üzerinde olumsuz etkiye bulunmaktadır (Lambers ve Teste, 2013). Benzer sonuçlar elde ettiğimiz çalışmamızda gerek tekli gerek PGPR ile ortak uygulamalarında genel olarak AMF'lerin karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu üzerindeki gelişim parametreleri (kök kolonizasyonu, mikorhizal bağımlılık ve toprak spor yoğunluğu) bitkilere göre farklılık göstermiştir. Şekil 4.4 de görüleceği gibi kontrol bitkisindeki gelişimin muamele gruplarına oranla yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonucun konukçusu olmayan bitkinin simbiyotik ilişki kuramadıkları mikorhizal fungusları patojen olarak algıladığından dolayı strese girdiği düşünülmektedir. Söderberg ve ark. (2002), farklı bitki türlerinin rizosferlerdeki bakteri komüniteleri üzerine etkisinin, AMF kolonizasyonu ve farklı bitki türleri ile AMF arasındaki etkiden daha büyük olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla rizosfer bölgesindeki her iki mikroorganizma arasındaki ilişkinin birbirlerini nasıl etkilediği ve bunun bitkiye nasıl ve ne kadar yansıdığını net olarak ortaya koymak oldukça zordur.

Sonuç olarak elde edilen veriler doğrultusunda;

- Karnabahar, ıspanak ve ısırgan otu bitkilerine uygulanan, AMF türleri ile PGPR türleri inokulasyonu sonucunda kolonizasyon oranlarında farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında, kök kolonizasyonu bakımından en iyi sonucun ticari AMF izolatu ile yapılan uygulamalarda elde edildiği, bitkiler açısından da mikorhizal uyumun en iyi olduğu bitkinin ıspanak olduğu ortaya konmuştur.
- Karnabahar bitkisine uygulanan *G. margarita*'nın PGPR bakterisi türlerinden etkilenecek toprak spor yoğunluğunda ve mikorhizal bağımlılıkta kısmen artış olduğu belirlenmiştir.
- Kök kolonizasyonunun en düşük olduğu ısırgan otunda ise, ticari AMF ve *G. margarita* AMF türlerinin her iki PGPR bakterisi ile ortak uygulandığı muamele gruplarında topraktaki AMF spor yoğunluğu ve mikorhizal bağımlılıkta tekli uygulamalara göre, artış olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda sıralanan sonuçlarla AMF x PGPR kombinasyonlarının, söz konusu bitkilerde kullanılması hem bitki sağlığı ve verimliliği arttırması hem de sürdürülebilir tarımda toprağın besin değeri zenginleşmesine olumlu yönde katkı sağlayacağı görülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abdulhadi, S., Saymen, M., Türkmen, Ö., 2017. Tuzlu toprak koşullarında kabakta arbusküler mikorhizal fungus uygulamalarının fide gelişmesine etkisi. *Manas J Agr Vet Life Sci*, **7** (2): 1-12.
- Adesemoye, AO., Obini, M., Ugoji, EO., 2008. Comparison of plant growth promotion with pseudomonas aeruginosa and bacillus subtilis in three vegetables. *Brazilian J. Microbiol.*, **39**: 423-426.
- Adesemoye, A.O., Kloepper, J. W., 2009. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **85**(1): 1-12.
- Akman, Y., Güney, K., Ketenoğlu, O., Hamzaoğlu, E., Kurt, L., Tuğ, NG., 2007. *Angiospermae*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Akköprü, A., Demir, S., 2005. Biological control of fusarium wilt in tomato caused by *fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some rhizobacteria. *Journal of Phytopathology*, **153**(9): 544-550.
- Alibas, İ., Okursoy, R., 2012. Karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) yapraklarının bazı teknik özellikleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **26**(1): 39-48.
- Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A., Kellogg, E. A., 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant. Systematics and Evolution Journal*, **259**: 89-120.
- Altın, N., Bora, T., 2005. Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu, J. of Agr*, **15** (2): 87-103.
- Anjum, M.A., Sajjad, M.R., Akhtar, N., Qureshi, M.A., Iqbal, A., Jami, A.R., Hasan, M., 2007. Response of cotton to plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation under different levels of nitrogen. *J. Agric. Res.*, **45**: 135-143.
- Anonim, 2014 a. *Bahçecilik Karnabahar Yetiştiriciliği*. MEB, Ankara.42.
- Anonim, 2014 b. Karnabahar yetiştiriciliği.
<https://www.faydalarizazarlari.com/karnabaharin faydolari>. Erişim Tarihi:08.03.2018.
- Anonim, 2015 a. Ispanak Yetiştiriciliği. <https://www.faydalarizazarlari.com/ispanagin-faydolari/> Erişim tarihi: 08.03.2018.
- Anonim, 2015 b. Isırgan otu Yetiştiriciliği. <http://nasilkolay.com/isirgan-otu-nerede-yetisir>. Erişim Tarihi: 04.12.2017.
- Anonim, 2016 a. Karnabahar. <https://gentatarim.com/hzbr/karnabahar.html>. Erişim Tarihi: 08.03.2018.
- Anonim, 2017 a. TÜİK. Karnabahar, Ispanak ve Isırgan otu bitkisinin TÜİK verileri. <http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt id=1001>. Erişim Tarihi:04.12.2017.
- Anonim, 2017 b. Ispanakta bitkisinde görülen hastalıklar.
http://www.bitkisagligi.net/Ispanak/ispanak_hastaliklari.asp. Erişim Tarihi: 08.03.2018
- Asghari, H.R., Marschner,P., S.E. Smith, S.E., Smith, F.A., 2005. Growth response of atriplex nummularia to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. *Plant and Soil*, **273**: 245-256.
- Ayan, A.K., Çalışkan, Ö., Çırak, C.,2006. Isırgan otu (*Urtica* spp.)’nun ekonomik önemi ve tarımı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **21**(3): 357-363.

- Aydeniz, A., A. Brohi., 1991. **Gübreler ve Gübreleme**. Cumhuriyet Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, Tokat.10.
- Bagyaraj, D.J., Ashwin, R., 2017.Can Mycorrhizal Fungi Influence Plant Diversity and Production in an Ecosystem? **Microbes for Restoration of Degraded Ecosystems**. Editors: D.J. Bagyaraj and Jamaluddin 1-17. New India Publishing Agency, New Delhi, India.
- Balkaya, A., 2016 Türkiye’de karnabahar yetiştiriciliğinin mevcut durumu, sorunlar ve çözüm yolları. **Tarım Türk Dergisi**, **62**(11): 8-12.
- Bayrak, D., Ökmen, G. 2014. Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri. **Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi**, **5**(1): 1-13.
- Bender, D., İ. Erdal, O. Dengiz., M. Gürbüz. 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkisi. **M.Ş. Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil** 387-394. Menemen. İzmir
- Bolan, N.S.,1991. A critical review on the role mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. **Plant and Soil**, (**134**): 189-207.
- Bonfante-Fasolo, P. 1984. **Anatomy and Morphology of VA Mycorrhizae**. 5-33 in: VA Mycorrhiza. Ed., C.L.I. Powel and D.J. Bagyaraj. CRC Press. Boca Rafon, Florida.
- Bora, T., Yıldız, M., Özaktan H., 1994. **Ege bölgesinde kavun ve karpuzlarda görülen fusarium solgunluklarının antagonistik fluorescent pseudomonas’larla önlenmesi olanakları üzerinde araştırmalar**. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu 92-ZFR-035 Sayılı Proje Kesin Raporu, 26.
- Bown, D., 1995. **Encyclopaedia of herbs and their uses**, Dorling Kindersley, London.424.
- Bozokalfa, M.K., Duman, İ., 2009. Brassicaceae ve solanaceae familyası sebzelerinin münavebeli yetiştiriciliğinde türlerin karşılıklı etkileşimlerinin verim ve kalite özelliklerine etkisi. **Anadolu, J. of Aari**, **19** (1): 47- 62.
- Bozokalfa, M.K., Aşçıoğul.K, T., Eşiyok, D., Tepecik, M., Kayıkçıoğlu, H.H., Barlos, N.T., 2017. Çiftlik gübresi uygulamalarının lahanada (*brassica oleraceae* l. var. *capitata*) kök kereviz (*apium graveolens* l. var. *rapaceum*) ve pırasa (*allium ampeloprasum*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **54**(2): 239-247.
- Brundrett, M. C., 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. **Plant and Soil**, **320** (1-2): 37-77.
- Burke, D.J., 2008. Effects of *Alliaria petiolata* (garlic mustard; Brassicaceae) on mycorrhizal colonization and community structure in three herbaceous plants in a mixed deciduous forest, **American Journal of Botany**, **95**(11): 1416–1425.
- Cakmakci, R., Donmez, F., Aydın, A., Sahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. **Journal Soil Biology and Biochemistry**, **38**: 1482-1487.
- Caron, M., Fortin, J.A., Richard, C. 1985. Effect of *Glomus intraradices* on infection by *fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in tomatoes over a 12-week period. **Can. J. Bot.**, **64**: 552-556.
- Chang, P. C., 2008. **The use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and an arbuscular mycorrhizal fungus (AMF) to improve plant growth in saline soils for phytoremediation** (Master's thesis, University of Waterloo).

- Chen, Y., R. Mei, S. Lu, L. Liu, and J. W. Kloepper. 1996. *The use of yield increasing bacteria (yib) as plant growth promoting rhizobacteria in chinese agriculture*. Management of soil borne diseases, R. S. Utkhede and V. K. Gupta ed. Kalyani publishers, Ludhiada. New delhi. 165-184.
- Chen, J., Wu, F., Wang, W., Zheng, C., Lin, G., Dong, X., He, J., Pei, Z., Zheng, H., 2011. Hydrogen sulphide enhances photosynthesis through promoting chloroplast biogenesis, photosynthetic enzyme expression, and thiol redox modification in *Spinacia oleracea* seedlings. *Journal of Experimental Botany*, **62**(13): 4481-4493.
- Civelek, C., 2017. *Bakteri ve farklı gübre kombinasyonlarının karnabahar (Brassica oleracea L. var. botrytis)'da bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Cronquist, A., 1981. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. Colombia University. Press ISBN: 978-0231038805. ABD. 1262.
- Çakmakçı, Ö., Çakmakçı, T., Durak, D. E., Demir, S., Şensoy, S., 2017 Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(12): 7513-7520.
- Declerck, S., Plenchette, C., Strullu, D.G., 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. *Plant Soil*. **176**: 183-187.
- Dehne, H.W. 1982. Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology*, **(72)**: 1115-1119.
- Demir, S., 1998. *Bazı kültür bitkilerinde vesiküler-arbusküler mikorhiza (vam) oluşumu ve bunun bitki gelişimi ve dayanıklılıktaki rolü üzerine araştırmalar*. (Basılmamış, Doktora Tezi). E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. 144.
- Demir, S., 2002. Mikorhizal fungus *Glomus intraradices* (Schenck&Smith)'in bazı sebze bitkilerinin köklerinde kolonizasyonu. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, **12**(1): 53-57.
- Demir, S., Özrenk, E. 2009. Effects of whey on the colonization and sporulation of arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus intraradices*, in lentil (*Lens orientalis*). *African Journal of Biotechnology*, **8** (10): 2151-2156.
- Demir, S., Şensoy, S., Ocak, E., Tüfenkçi, Ş., Durak, E.D., Erdinc, C., Ünsal, H., 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus, humic acid, and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **39**(2): 300-309.
- Desai, S., Kumar, G. P., Amalraj, L. D., Bagyaraj, D. J., Ashwin, R. 2016. Exploiting PGPR and AMF biodiversity for plant health management. In *Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity* 145-160. Springer, New Delhi.
- Doğru, Ş.M., Balkaya, A., 2015. Lahanalarda tohum üretim süresini kısaltmaya yönelik uygulamalar ve etki mekanizmaları. *Alataram*, **14** (2): 29-37.
- Egamberdieva, D., Adesemoye, A. O., 2016. Improvement of crop protection and yield in hostile agroecological conditions with pgpr-based biofertilizer formulations. In *Bioformulations: for Sustainable Agriculture* 199-211. Springer, New Delhi.
- Eraslan, F., İnal, A., Pilbeam D.J., Güneş, A., 2008. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. *Matador*) grown under boron toxicity and salinity. *Plant Growth Regul.*, **55**: 207–219.
- Erden, A., Menemen, Y., 2017. Türkiye’de yayılış gösteren turpgiller (Brassicaceae) familyasına ait taksonların yaprak tüy özellikleri üzerine mikromorfolojik bir çalışma. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, **4**(1): 1-17.

- Ekici, M., Yıldırım, E., Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **28**(2): 53-59.
- Erzurumlu, G.S., Kara, E.E., 2014. Mikorhiza Konusunda Türkiye’de Yapılan Çalışmalar, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, **7**(2): 55-65.
- Esringü, A., Kotan, R., Bayram, F., Ekinci, M., Yıldırım, E., Nadaroğlu, H., Katırcıoğlu, H., 2016. Sarımsak yetiştiriciliğinde farklı bakteri biyoformülasyonu uygulamalarının bitki gelişimi parametreleri, verim ve enzim düzeyleri üzerine etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Targid*, Özel Sayı 214-227.
- Eşiyok, D., 2012. *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği* Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 27(1): 63-118.
- Fiorilli, V., Vallino, M., Biselli, C., Faccio, A., Bagnaresi, P., Bonfante, P., 2015. Host and non-host roots in rice: cellular and molecular approaches reveal differential responses to arbuscular mycorrhizal fungi. *Frontiers in plant science*, **6**: 636.
- Gai, J.P., Christie, P., Feng, G., Li, X.L., 2006. Twenty years of research on community composition and species distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in china, *Mycorrhiza*, **16**: 229-239.
- Gerdemann L.W., Nicholson T.H., 1963. Spores of mycorrhizal endogene extracted from soil by wet sieving and decanting, *Trans. Br. Mycol. Soc.* **46**: 235-244.
- Gerdemann, J.W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. annu. rev. *Phytopathol*, **(6)**: 397-418.
- Gerhardt, K.E., Macneill, G.J., Gerwing, P.D., Greenberg, B.M., 2017. Phytoremediation of salt- impacted soils and use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to enhance phytoremediation. *Phytoremediation*, 19-51.
- Giovanetti, M., Mosse, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.*, **84**: 489-500.
- Güneş, H., Demir, S., Melik, A., 2015. *Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyalarına ait bazı bitkilerin arbusküler mikorhizal fungus (AMF) ’la ilişkisi.* (Lisans Tezi). Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi.
- Hadley P., Pearson S., 1998. Effects of environmental factors on progress to crop maturity in selected brassica crops. *Acta Horticulturae journal*, **459**: 61-70.
- Hayman, D., Mosse, B., 1972. Plant growth to vesicular-arbuscular mycorrhiza. III Increased uptake of labile P from soil. *New Phytol*, **71**: 41- 47.
- Hill, D. E, 1989. *Cauliflower and Broccoli Trails*. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven. ABD.
- Hips, N., Davies, M., Dodds, P., Buckley, G. 2005. The Effects of phosphorus nutrition and soil ph on growth of some ancient woodland indicator plants and their interaction with competitor species. *Plant and Soil*, **271**: 131-141.
- Hodge, A., 2000. Microbial ecology of the arbuscular mycorrhiza. *FEMS Microbiology Ecology*, **32**: 91-96.
- Hoagland, D. R., Arnon, D. I., 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Circular. California agricultural experiment station*, **347**(2nd edit).
- Hudec, J., Burdová, M., Kobida, L. U., Komora, L., Macho, V., Kogan, G., Chlebo, P., 2007. Antioxidant capacity changes and phenolic profile of *Echinacea purpurea*, nettle (*Urtica dioica* L.), and dandelion (*Taraxacum officinale*) after application of polyamine and phenolic biosynthesis regulators. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **55**(14): 5689-5696.

- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Okur, O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, **12**(2): 1-19.
- Kacar, B., 1984. *Bitki Besleme Uygulama Klavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900 Uygulama Klavuzları: 214.
- Karaman, M. R., Brohi, A. R., Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., 2000. Yöresel değişik azotlu gübre uygulamalarının Tokat bölgesinde yetiştirilen bazı kışlık sebzelerin nitrat akümülyasyonuna etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **24**: 1-9.
- Kasap, H., 2010. *Sebzeçilik*. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü. Samsun.
- Kıl, R., 2014. **Organik ve inorganik gübrelerin Aksaray koşullarında karnabahar yetiştiriciliği üzerine etkileri** (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kirsh, V.A., Peters, U., Mayne, S.T., Subar, A.F., Chatterjee, N., Johnson, C.C., Hayes, R.B., 2007. Prospective study of fruit and vegetable intake and risk of prostate cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, **99** (15): 1200-9.
- Kloepper, J.W., Lifshitz, R., Zablutowicz, R.M., 1989. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol Journal*, **7**: 39-43.
- Kloepper, J. W., 2003. A review of mechanisms for plant growth promotion by PGPR *6th International PGPR Workshop*, 5-10 October 2003, Calicut, India.
- Kochl, M., Kiefer, C., Ehrich, D., Vogel, J., Brochmann, C., Mummenhoff, K., 2006. Three times out of Asia minor-the phylogeography of *Arabis alpina* L. (Brassicaceae). *Molecular Ecology Journal*, **15**(3): 825-839.
- Koç, H., 2002. *Doğrudan, Doğadan Bitkilerle Sağlıklı Yaşama*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi-Tarla Bitkileri Bölümü. 211-212.
- Koide, R. T., Mosse, B., 2004. A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza*, **14**(3): 145-163.
- Konrad, L., Müller, H.H., Lenz, C., Laubinger, H., Aumüller, G., Lichius, J.J., 2000. Antiproliferative effect on human prostate cancer cells by stinging nettle root (*Urtica dioica*) extract. *Planta Medica Journal*, **66**: 44-47.
- Kumar, P. G., Kishore, N., Amalraj, D., E.L., Ahmed, H., S.K.M., Rasul, A., Desai, S., 2012. Evaluation of fluorescent *Pseudomonas* spp. with single and multiple PGPR traits for plant growth promotion of sorghum in combination with AM fungi. *Plant Growth Regul*, **67**: 133-140.
- Kushwaha, A., Baily, S.B., Maxton, A., Ram, G.D., 2013. Isolation and characterization of PGPR associated with cauliflower roots and its effect on plant growth. *The Bioscan*, **8**(1): 95-99.
- Lambers, H., P. Teste, F., 2013. Interactions between arbuscular mycorrhizal and non mycorrhizal plants: do non-mycorrhizal species at both extremes of nutrient availability play the same game? *Plant, Cell and Environment*, **36**: 1911-1915.
- Lekberg, Y., Rosendahl, S., Olsson, P.A., 2014. The fungal perspective of arbuscular mycorrhizal colonization in 'nonmycorrhizal' plants. *New Phytologist*, **4**: 1399-1403.
- Leporatti, M.L., Corradi, L., 2001. Ethnopharmacobotanical remarks on the province of Chieti town (Abruzzo, Central Italy). *Journal of Ethnopharmacology*, **74**: 17-40.
- Linderman, R. G., 1988. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: the mycorrhizosphere effect, *Phytopathology*, **78** (3): 366-371.

- Linderman, R. G., 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, (54): 45-71.
- Liptay, A., 1981. Cauliflower crud initiation and timing of production in a high temperature growing season. *Acta Horticulturae journal*, **122**: 47-52.
- Mabberley, D.J., 1997. *The Plant Book: A Portable dictionary of the Vascular Plants*. Cambridge University. Press. ISBN: 978-0521414210.ABD.
- Marschner, H. 1995. Mycorrhizas. *Mineral Nutrition of Higher Plants* (Second Edition) Academic Press. 566-595.
- Martin, F., Slotter, H., 2007. An evolving host for mycorrhizal research, *New Phytologist*, **174** (2): 225-228.
- Martin, E., Akçiçek, E., Çetin, Ö., Duran, A., 2011. Cytogenetical analysis of endemic matthiola montana (Goldlack) from Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, **4** (1): 198-202.
- Mena-Violante, H.G., Olalde-Portugal, V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB13bs. *Journal Scientia Horticulturae*, **113**:103-106.
- Miraldi, E., Ferri, S., Mostaghimi, V., 2001. Botanical drug an preparations in the traditional medicine of West Azerbaijan (Iran). *Journal of Ethnopharmacology*, **75**: 77-87.
- Morelock, T.E., Correll, J.C. 2008. *Vegetables* I. Ed.; J. Prottens, F. Nuez, M. Carena. ISBN: 978-0-387-72291-7. Springer, Newyork.189-218.
- Nadeem, S. M., Ahmad, M., Zahir, Z. A., Javaid, A., Ashraf, M. 2014. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology advances*, **32**(2): 429-448.
- Ocak, E., Demir, S., 2012. Toprak verimliliği ve bitki gelişiminde peyniraltı suyu ve Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'un önemi, *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, **22**(1): 48-55.
- Ordookhani, K., Zare, M., 2011.Effect of pseudomonas, azotobacter and arbuscular mycorrhiza fungi on lycopene, antioxidant activity and total soluble solid in tomato (*Lycopersicon esculentum* F1 Hybrid, Delba. *Advances in Environmental Biology*,. 1290+.
- Orłowska, E., Zubek, Sz., Jurkiewicz, A., Szarek-Łukaszewska, G., Turnau, K., 2002. Influence of restoration on arbuscular mycorrhiza of *biscutella laevigata* L. (Brassicaceae) and *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae) from calamine spoil mounds. *Original Paper*, **12**:153-160.
- Öden, S., Demirci, M., Zorba, T., 2004. Tütün (*Nicotiana tabacum* L.)'de görülen yalancı orabaş hastalığına karşı bazı organik uygulamalar. *Ekoloji*, **13**: 20-25.
- Özenç, D. B., Şenlikoğlu, G., 2017 Kompost ve azotlu gübre uygulamasının ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, **6**: 227-234.
- Öztürk, N., Basım, E., Basım, H., 2017. Tarımda mikorhizal fungusların etkinliği, *Mantar Dergisi*, **8**(1): 20-34.
- Paksoy, M., Türkmen, Ö. ve Yücel N.K. 2006. Bazı karnabahar çeşitlerinde (*Brassica oleracea* L.var.*botrytis*) dikim sıklığının verim üzerine etkisi. *VI. Sebze Tarımı Sempozyum Program ve Bildiri Özetleri*. 19-22 Eylül 2006, Kahramanmaraş.

- Palta, Ş., Demir, S., Şengönül, K., Kara, Ö., Şensoy, H., 2010. Arbüsküler mikorhizal funguslar (AMF), bitki ve toprakla ilişkileri, mera ıslahındaki önemleri. **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, **12**(18): 87-98.
- Pathak, D., Lone, R., Koul, K.K., 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) association in potato (*Solanum tuberosum* L.): A Brief Review. **Probiotics and Plant Health**, 401-402.
- Peterson, R.L., Farquhar, M.L., 1994. Mycorrhizas-integrated development between root and fungi, **Mycologia**, **86** (3): 311-326
- Petlevski, R., Hadzija, M., Slijepcevic, M., Juretic, D., 2001. Effect of "antidiabetic" herbal preparation on serum glucose and fructosamine in NOD mice. **Journal of Ethnopharmacology**, **75**: 181-184.
- Phillips, J. M., Hayman, D. S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British mycological Society**, **55**(1): 158-IN18.
- Piao, C.G., Tang, W.H., Chen, Y.X., 1992. Study on the biological activity of yield-increasing bacteria. **China J. Microbiol**, **4**: 55-62.
- Pinelli, P., Leri, F., Vignolini, P., Bacci, L., Baronti, S., Romani, A., 2008. *Urtica dioica* L.'nin yaprak, sap ve tekstil elyaflarında fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu ve hplc analizi. **J. Agric. Gıda Kimyası**, **56** (19):9127-9132.
- Raupp, J., Konig, U.J., 1996. Biodynamic preparations cause opposite yield effects depending upon yield levels. **Biological Agriculture and Horticulture Journal**, **13**: 175-188.
- Roesti, D., Gaur, R., Johri, B.N., İmfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K., Aragno, M., 2006. Plant growth stage, fertiliser management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. **Soil Biology-Biochemistry**, **38**:1111-1120
- Roychowdhury, A., Bagchi, A., Sengupta, C., 2016. İsolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from agricultural field and their potential role on germination and growth of spinach (*Spinacia oleracea l*) plants. **International Journal of Current**, **6**(10): 128-131.
- SAS, 2018. SAS/SASSTAT. Statistical analysis system for Windows. Realese 9.4. SAS Institute Inc.
- Samancıoğlu, A., Yıldırım, E., Şahin, Ü., 2016. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri uygulamalarının farklı sulama seviyelerinde yetiştirilen lahanada fide gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin etkisi. **KSÜ Doğa Bilim Dergisi**, **19**(3): 332-338.
- Sarwat, M., Hashem, A., Ahanger, A.M., Abd_Allah, F.E., Alqarawi, A.A., Alyemeni, N.M., Ahmad, P. Gucel, S., 2016. Mitigation of nacl stress by arbuscular mycorrhizal fungi through the modulation of osmolytes, antioxidants and secondary metabolites in mustard (*Brassica juncea* L.) **Plants. Frontiers in Plant Science Journals**, **7**: 869.
- Seshadri, S., Muthukumarasamy, R., Lakshminarasimhan, C., Lgnacimuthu, S., 2000. Solubilization of inorganic phosphates by *Azospirillum halopraeferans*. **Current science**, **79** (5): 565-567.
- Sıddıqui, Z.A., 2006. **Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. PGPR: Biocontrol and Biofertilization**. Edited by Zaki A. Sıddıqui. S 111-142., Springer,

- The Netherlands. Strain isolated from sunflower roots, *Appl. Environ. Microbiol.* **66**: 3393-3398.
- Sıralı, R., Uğur, A., Zambı, O., Dikmen, A., Çağlar, S., 2013. Turpgiller (Brassicaceae) familyasına ait bazı türlerin arıcılık açısından önemi. *Akademik Ziraat Dergisi*, **2**(2): 107-115.
- Sing, S.R., Ummed, S., Ak, C., Mı, B., 2010. Mycorrhizal fungi for sustainable agriculture-a review. *Agricultural Reviews*, **31**(2): 93-104.
- Sharafzadeh, S., 2012. Effects of PGPR on growth and nutrients uptake of tomato. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, **2**(1):27-31.
- Smith, S.E., Robson, A.D. and Abott, L.K. 1992. The Involvement of mycorrhizas in assesment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil*, **146**: 169-172.
- Smith, S.E., Read, D.J., 2008. *Mycorrhizal symbiosis*, 3 th Ed., Academic Press. 800.
- Sosa-Rorriguez, T., Decklerck, S., Granet, F., Gaurel S., Van Damme, E.J.M., Boulois, H.D., 2013. Hevea brasiliensis and *Urtica dioica*, impact the in vitro mycorrhization of neighbouring Medicago truncatula seedlings. *Symbiosis Journal*, **60**: 123-132.
- Soylu, S., Yetişir, H., Nevfel, M., Karaca, F., 2008. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin marul (*Lactuca sativa* L.) yetiştiriciliğinde kullanılma olanakları. *VII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 26-29 Ağustos 2008 Yalova, s. 113.
- Soylu, S., 2011. Marul (*Lactuca sativa* L.) Bitkisinde beyaz çürüklük hastalığına (*Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de bary) karşı kök bakterilerinin kullanım olanakları. *Alatırım Dergisi*, **10**(2): 85-93.
- Söderberg, K. H., Olsson, P. A., Baath, E., 2002. Structure and activity of the bacterial community in the rhizosphere of different plant species and the effect of arbuscular mycorrhizal colonisation. *FEMS Microbiology Ecolog*, **40**: 223-231.
- Srivastava, D., Kapoor, R., Srivastava, S. K., Mukerji, K. G., 1996. Vesicular arbuscular mycorrhiza-an overview. *Concepts in Mycorrhizal Research*, 1-39.
- Strack, D., Fester, T., Hause, B., Schliemann, W., Walter, M.W., Walter, M.W., 2003. Arbuscular mycorrhiza: biological, chemical and molecular aspects. *Journal of Chemical Ecology*, **(29)**: 1955-1979.
- Şahin, M., 2014. *Brokoli ve karnabaharın kurutma karakteristiklerine ön işlem sıcaklığının ve süresinin etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., 2008. Özel Sebze yetiştiriciliği. *Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, **3**: 47-61.
- Şenlikoğlu, G. 2015. *Organik materyal ilavesi ve azotlu gübre uygulamalarının ıspanak bitkisinin (spinacia oleracea) gelişimi ve nitrat akümülyasyonuna etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Şensoy, S., Demir, S., Turkmen, Ö., Erdinc, Ç., Savur, O.B., 2007. Responses of some different pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae*, **113**: 92-95.
- Tavalı, İ.E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., Kaplan, M., 2013. Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **26**(2): 115-120.
- Tester, M., Smith, S. E., Smith, F. A., 1987. The phenomenon of " nonmycorrhizal" plants. *Canadian journal of botany*, **65**(3): 419-431.

- Tilak, K.V.B.R., Manoharachary, C., 2016. Eco-friendly plant growth promoting rhizobacteria for crop improvement. *Mikrobial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity*, 297-309.
- Toledo, M.E.A., Ueda, Y., Imahori, Y. and M., Ayaki, 2003. L-ascorbic acid metabolism in spinach (*spinacia oleracea* l.) during postharvest storage in light and dark. *Postharvest Biology and Technology Journal*, **28**(1): 47-57.
- Tushar, K., Satish, B., 2013. Incidences of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)'in urban farming of mumbai and subursbs, india. *International Research Journal of Environment Sciences*, **2**(1): 12-18.
- Valetti, L., Iriarte, L., Fabra, A., 2016. Effect of previous cropping of rapeseed (*Brassica nopus* L.) on soy bean (*Glycine max*) root mycorrhization nodulation, and plant growth. *European Journal of Soil Biology*, **76**: 103-106.
- Valverde, C., Raminez, C., Kloepper, J.W., Casson, F., 2015. Current research on plant-growth promoting rhizobacteria in latin america: meeting report from the 2nd latin american pgpr workshop. *J Plant Growth Regul*, **34**: 215–219.
- Vierheilig, H., Iseli, B., Alt, M., Raikhel, N., Wiemken, A., Boller, T., 1996. Resistance of *Urtica dioica* to mycorrhizal colonization: a possible involvement of *Urtica dioica* agglutinin. *Plant and Soil*, **183**: 131–136.
- Vogl, C.R., Hartl, A., 2002. Dry matter and fiber yields, and the fiber characteristics of five nettle clones (*Urtica dioica*) organically grown in austria for potential textile use. *American Journal of Alternative Agriculture*, **17**: 195-200.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, Ğ., 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)* Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN: 975-97190. :95-105.
- Yanmaz, R., 2016. *Lahanagillerde Tohum Üretimi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü-Ankara.
- Yıldırım Ş. 2003 The chorology of the Turkish species of Chenopodiaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Cornaceae and Corylaceae families. *The Herb J Sys Bot*, **10**: 203-15.
- Yıldız, B., Aktoklu, E., 2010. *Bitki sistematiği*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Quilambo, O. A., 2003. The Vesicular- arbuscular mycorrhizal symbiosis. *African Journal of Biotechnology*, **2**(12): 539-546.
- Xun, F., Xie, B., Liu, S., Guo, C. 2015. Effect of plant growth-promoting bacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation on oats in saline-alkali soil contaminated by petroleum to enhance phytoremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, **22**(1): 598-608.
- Walley, F. L., Germida, J. J. 1997. Response of spring wheat (*Triticum aestivum*) to interactions between *Pseudomonas* species and *Glomus clarum* NT4. *Biology and Fertility of Soils*, **24**(4): 365-371.
- Warkwick, S., Sauder, C.A., 2005. Phylogeny of tribe Brassiceae (Brassicaceae) based on chloroplast restriction site polymorphisms and nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast trnL intron sequences. *Canadian Journal of Botany*, **83**(5): 467-483.
- Wu S.C., Cao Z.H., Li Z.G., Cheung K.C., Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma Journal*, **125**: 155-166.
- Zahir, Z.A., Arshad M., Frankenberger, W.T., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in Agriculture. *Advances in Agronomy*, **81**: 97-168.

Zuccarini, P., Savé. R., 2016. Three species of arbuscular mycorrhizal fungi confer different levels of resistance to water stress in *Spinacia oleracea* L. ***Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology***, **150**(5): 851-854.



ÖZ GEÇMİŞ

Hasret GÜNEŞ, 1991 yılında Adıyaman merkeze bağlı Yarmakaya Köyü'nde dünyaya geldi. İlköğrenim ve ortaöğrenimini Yarmakaya Köyü İlkokul'unda, liseyi Adıyaman Lisesi'nde okudu. 2011 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünü kazandı ve 2015 yılında aynı fakülteden mezun oldu. 2016 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisansa başladı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 26/06/2018

Tez Başlığı / Konusu: **Brassicaceae, Chenopodiaceae, Urticaceae Familyalarına Ait Bazı Bitkilerin Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF) ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rhizobakterler'le İlişkisi**

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 67 sayfalık kısmına ilişkin, 26/06/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %12 (on iki) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

26/06/2018
Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Hasret GÜNEŞ

Öğrenci No: 159101137

Anabilim Dalı: Bitki Koruma Anabilim Dalı

Programı: Fitopatoloji

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR


Prof. Dr. Semra DEMİR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR


Doç. Dr. Serhat KARACA
Enstitü Müdür Yrd.
Prof. Dr. Suat ŞENSOY
Enstitü Müdürü