



**BUĞDAY BİTKİSİNİN RİZOSFER
BÖLGESİNDEN BAKTERİYEL İZOLATLARIN
ELDESİ, İMMOBİLİZASYONU VE BİTKİ
GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ
ŞULE İNİŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI
Prof. Dr. İsa KARAMAN
Haziran - 2018
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BUĞDAY BİTKİSİNİN RİZOSFER BÖLGESİNDEN BAKTERİYEL
İZOLATLARIN ELDESİ, İMMOBİLİZASYONU VE BİTKİ GELİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

ŞULE İNİŞ

**TOKAT
Haziran - 2018**

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

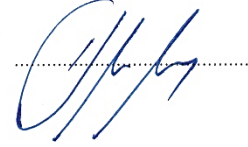
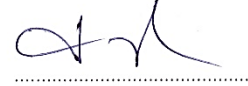
**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından
2016/58 nolu proje ile desteklenmiştir.**


Şule İNİŞ tarafından hazırlanan "Buğday Bitkisinin Rizosfer Bölgesinden Bakteriyel İzolatların Eldesi, İmmobilizasyonu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 11 HAZİRAN 2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çoğunluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. İsa KARAMAN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Üye
Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Üye
Dr. Öğr. Gör. Uğur TUTAR
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
21.06.2018

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

ŞULE İNİŞ

11 Haziran 2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY BİTKİSİNİN RİZOSFER BÖLGESİNDEN BAKTERİYEL İZOLATLARIN ELDESİ, İMMOBİLİZASYONU VE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ ŞULE İNİŞ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOMÜHENDİSLİK ANA BİLİM DALI

PROF. DR. İSA KARAMAN

Yapılan bu çalışmanın amacı; yabancı buğday bitkisinin rizosferinden izole edilen bakterilerin immobilize edilerek buğday bitki gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesidir. Çalışmada; yabancı buğdayın rizosfer ve rizosfer çevresinden izolasyon yapılmıştır. Ardından bu bölgelerdeki bakteriler spesifik besiyerleri sayesinde izole edilmiştir. Elde edilen izolatlar prosedüre uygun olarak önceden belirlenen grup haline getirilecek bakteri sayısına göre gruplandırılarak immobilize edilmiştir. İmmobilizasyon sonucu elde edilen beadler buğdayla birlikte toprağa ekilmiştir. Yaprak ayası, gövde çapı, kardeşlenme sayısı ve kök uzunluğu buğdayın gelişim parametresi olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; kontrole kıyasla Şİ-38 bead grubunun tüm gelişim parametrelerinde artışa sebep olduğu saptanmıştır.

2018, 49 Sayfa

ANAHTAR KELİMELEER: PGPR, Buğday, Aljinat, İmmobilizasyon, Rizosfer, İzolasyon, Gelişim

ABSTRACT

MASTER THESIS

EFFECT OF BACTERIAL ISOLATES FROM THE RHIZOSPHERE OF WHEAT PLANT ON IMMOBILIZATION AND PLANT GROWTH ŞULE İNİŞ

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF BIOENGINEERING

SUPERVISOR: PROF. DR. İSA KARAMAN

The purpose of this study is; is to determine the effect of the bacterium isolated from the rhizosphere of the wild wheat plant on the wheat plant development by immobilizing. In study; Isolation was made from rhizosphere and rhizosphere perimeter of the wild wheat. Bacteria in these regions were then isolated by means of specific media. The obtained isolates were immobilized in groups according to the determined procedure. After the immobilization, the beads were planted in the soil together with the wheat. Leaf diameter, stem diameter, number of siblings and root length were determined as growth parameters of wheat. According to findings; resulted in an increase in all growth parameters of the Şİ-38 bead group compared to the control.

2018, 49 Page

KEYWORDS: PGPR, Wheat, Alginate, Immobilization, Rhizosphere, Izolation, Growth

ÖNSÖZ

Çalışmamın başından sonuna kadar gerek örnek toplama gerekse laboratuvar çalışmalarım boyunca desteklerini hiç esirgemeyen Sayın danışman hocam Prof. Dr. İsa KARAMAN' a içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışmada her konuda desteklerini esirgemeyen Sayın Bölüm Başkanımız Prof. Dr. İsa GÖKÇE' ye ve diğer tüm bölüm hocalarıma ve tez çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Halime SEYMAN'a, Hatice Nur GİRĞİN'e, Rabiye KARADAŞ'a, Merve GÜCCÜK'e, Emre TUNÇ'a, Yasemin BOZKURT'a ve Duygu DÜZGÜN'e teşekkür ederim. Ayrıca çalışmama maddi manevi destek sağlayan Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kurumuna teşekkür ederim.

Bana hayatım boyunca verdikleri destek sevgiyle her zaman yanımda olan sevgili babam Mehmet Ali İNİŞ, annem Firdes İNİŞ'e her koşulda maddi manevi desteğini esirgemeyen sevgili ablalarım Rüveyda İNİŞ ve Rümeyza İNİŞ'e gösterdikleri sabır ve verdikleri güçten dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 2016/58 No'lu "Buğday Bitkisinin Rizosfer Bölgesinden Bakteriyel İzolatların Eldesi, İmmobilizasyonu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi" projesi tarafından desteklenmiştir.

ŞULE İNİŞ

11 Haziran 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Buğday	5
2.2. Bitki Gelişimi Uyarıcı Kök Bakterileri (PGPR).....	7
2.3. İmmobilizasyon.....	9
2.3.1. İmmobilizasyon Yöntemleri.....	10
2.3.2. Taşıyıcı Malzemeler.....	13
2.3.2.1. Aljinat.....	14
2.4. Örnek Çalışmalar.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Çalışmada Kullanılacak olan Mikroorganizmaların İzole Edileceği Bitkisel Materyaller.....	20
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Besiyerleri.....	20

3.1.3. Çalışmada Kullanılan İmmobilizasyon Materyalleri.....	20
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Bitkilerin Toplanması	20
3.2.2. NA (Nutrient Agar) Hazırlanması.....	21
3.2.3. NB (Nutrient Broth) Hazırlanması.....	22
3.2.4. Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium Hazırlanması.....	22
3.2.5. JMV Hazırlanması.....	22
3.2.6. NFb Hazırlanması.....	23
3.2.7. LGI Hazırlanması.....	23
3.2.8. MHB Hazırlanması.....	23
3.3. Bitkilerden Mikroorganizmaların İzolasyonu.....	23
3.3.1. Ekzofit izolasyonu.....	23
3.3.2. Endofit izolasyonu.....	26
3.4. Mikroorganizmaların Besiyerlerine Ekimi.....	27
3.5. İzole Edilen Mikroorganizmaların İmmobilizasyonu.....	27
3.5.1. İmmobilize Edilecek Mikroorganizmaların Hazırlanması.....	27
3.5.2. İmmobilizasyon İşlemi	28
3.6. İmmobilize Bakteri Beadlerinin Buğday ile Toprağa Ekimi.....	30
3.7. İmmobilize Bakteri Beadlerinin Çözünme Gücünün İncelenmesi.....	30
4. BULGULAR.....	31
4.1. PGPR Adayı Bakteri İzolatlarının İzolasyonu.....	31

	<u>Sayfa</u>
4.2. İmmobilize Bakteri Gruplarının (Beadlerin) Çözünme Gücü.....	32
4.3. İmmobilize Bakteri Gruplarının (Beadlerin) Buğday Gelişimine Etkisi.....	34
4.3.1. Yaprak Ayası.....	34
4.3.2. Gövde Çapı.....	35
4.3.3. Kardeşlenme Sayısı.....	36
4.3.4. Kök Uzunluğu.....	37
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	38
6. KAYNAKLAR.....	42
7. ÖZGEÇMİŞ.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklamalar
μL	Mikrolitre
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
%	Yüzde
w/v	Hacimde ağırlıkça yüzde
Ca^{+2}	Kalsiyum
CaCl_2	Kalsiyum klorür
CaCO_3	Kalsiyum karbonat
CFU g^{-1}	Colony Forming Unit (hücre/g)
$\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	Kobalt klorit heksahidrat
$\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	Bakır klorit dihidrat
da	Dekar
Fe-EDTA	Demir-Etilen Diamin Tetra Asetik asit
FeSO_4	Demir II sülfat
ha	Hektar
H_3BO_3	Borik asit
H_2SO_4	Sülfürik asit
$\text{HCl} \times 2\text{H}_2\text{O}$	Hidrojen klorür dihidrat
K	Potasyum
KOH	Potasyum hidroksit
KH_2PO_4	Potasyum fosfat
K_2HPO_4	Dipotasyum fosfat
$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	Magnezyum sülfat heptahidrat

$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	Manganez (II) klorit tetrahidrat
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	Mangan (II) sülfat
N	Azot
Na^+	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	Sodyum molibdat dihidrat
$NiCl_2 \cdot 2H_2O$	Nikel klorür dihidrat
P	Fosfor
$ZnSO_4$	Çinko sülfat

Kısaltmalar

ABD

Ark

cm

DGGE

DW

DNA

g

g/L

kg

Log

lt

M

MALDI-TOF

Açıklamalar

Amerika Birleşik Devletleri

Arkadaşları

Santimetre

Denatüre Gradyan Jel

Elektroforezi

Distile Water (Distile Su)

Deoksiribo Nükleik Asit

Gram

Litre başına düşen gram

Kilogram

Logaritmik

Litre

Molarite

Matrix-Assisted Laser

Ionization- Time of

Flight Mass Spectrometry

MHB	Mueller Hinton Broth
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Normalite
NA	Nutrient Agar
NB	Nutrient Broth
NFb	Nitrogen Fixing bacteria
pH	Hidrojen Potansiyeli
PGPR	Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Bitki Gelişimini Teşvik Eden Kök Bakterileri)
rpm	Revolution per minute (dakikadaki devir sayısı)
sp.	Tür
spp.	Türleri
vb.	Ve benzeri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Yabani buğday bitkisi görünümü.....	21
Şekil 3.2. Yabani buğday bitki kökünün görünümü.....	21
Şekil 3.3. Steril kaptan yabani buğday kökünü çıkarma.....	24
Şekil 3.4. Santrifüj tüpünde vorteksleme işlemi.....	24
Şekil 3.5. Deney tüpüne aktarım işlemi.....	25
Şekil 3.6. Deney tüplerinin aerobik inkubatöre alınması.....	25
Şekil 3.7. Rizosfer kalıntısından temizlenen kök.....	26
Şekil 3.8. Kökün havanda ezilmesi işlemi.....	26
Şekil 3.9. Yayma ekim işlemi.....	27
Şekil 3.10. İmmobilizasyon işleminin gösterimi.....	29
Şekil 3.11. İmmobilize beadlerin kurutulması.....	29
Şekil 4.1. Buğday kök bölgelerinden izole edilen PGPR izolatlarından birinin besi ortamındaki genel görünümü.....	31
Şekil 4.2. İmmobilize bakteri beadlerinin görünümü.....	31
Şekil 4.3. İmmobilize bakteri beadlerinin vermikompostta çözünme gücünün çıplak gözle görünümü	32
Şekil 4.4. İmmobilize bakteri beadlerinin vermikompostta çözünme gücünün mikroskopta görünümü	33

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

- Çizelge 4.1.** İmmobilize bakteri beadlerinin buğday yaprak ayası (cm) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%).....34
- Çizelge 4.2.** İmmobilize bakteri beadlerinin buğday gövde çapı (cm) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%).....35
- Çizelge 4.3.** İmmobilize bakteri beadlerinin buğday kardeşlenme sayısı (adet) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%).....36
- Çizelge 4.4.** İmmobilize bakteri beadlerinin buğdayın kök uzunluğu (cm) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%).....37



1. GİRİŞ

Tahıllar, insan beslenmesinde ana besin olması dışında hayvan beslenmesinde ve endüstride de kullanılmaktadır. Buğday dünyada ekim alanı, üretimi ve tüketimi en fazla olan, tahıllar arasında ilk kültüre alınan ve adaptasyonu yüksek olan bir bitkidir. Yüksek adaptasyon yeteneği buğdayı her türlü iklim ve yörede yetiştirilebilmesini sağlayarak stratejik öneme sahip bir bitki haline getirmektedir. Bu nedenle artan besin ihtiyacını karşılama bakımından tahıllar ve özellikle buğday büyük öneme sahiptir (Bayramoğlu ve Gündoğmuş, 2010).

2025'te dünya nüfusu için ihtiyaç duyulan toplam buğday miktarının tahmini 786 milyon ton olacağı bildirilmekte bu da buğday üretiminin arttırmanın önemini vurgulamaktadır. Üretiminin arttırılmasının ise 2 yolu vardır. Bunlar; buğday ekilecek alanları genişletmek ve birim alandaki buğday veriminin arttırılmasıdır (Curtis ve ark., 2002).

Tarımsal ekim alanlarını genişletmek için orman alanlarının azaltılmasının, buğdayın üretiminin arttırmada tek başına yeterli olmayıp ayrıca başka sorunlara (yeni toprak çeşitlerinin ortaya çıkması, ozon tabakasına etki etmesi gibi) sebep olmaktadır. Bu nedenle buğday dahil olmak üzere diğer tarım ürünlerinin verimini arttırmaya yönelik ilerlemelerin, ihtiyaç duyulan tarımsal ürünlerin karşılanmasında daha etkili sonuçlar vereceğini düşündürmektedir (Alam, 2004). Örneğin; 2012 yılı verilerine göre ülkemizde 8.1 milyon ha ekim alanından, üretim 20.1 ton ve ortalama verim ise 240 kg/da olarak verilmiştir (Anonim, 2013a). Ayrıca günümüzde tarım yapılabilecek arazilerin bir kısmının erozyon ve çoraklaşma ile kullanılamaz hale gelmesi, geri kalan kısmının ise turizm ve yerleşim alanlarına dönüştürülmesi gibi tarım dışı amaçlar için işgal edilmesi nedeniyle buğdayın ekim alanlarının arttırılma imkanı hiç kalmamıştır (Sevgican, 2003; Yılmaz, 2005; Kazan ve Doğan, 2005). Burdan da anlaşılacağı üzere ülkemizin artan nüfusunun besin gereksinimini karşılayabilmek için buğday birim alan verimini arttırmak gerekmektedir (Yürür, 1998).

Buğdayın birim alanı veriminin artması öncelikle ekolojiye uygun iyi bir çeşit seçimine bağlıdır. Verim üzerinde etkili unsurlar belirlenen çeşidin iyi tohumluğu, ekilecek tarım arazisinin hazırlığı, ekim zamanı, yöntemi, tohum miktarı, gübreleme, bakım, hasat ve

harmandır. Ancak, buğday veriminde en etkili olan iki faktör birim alana ekilecek tohum miktarı ile gübrelemedir. Ülkelerin ekonomik gelişimi ve insan refahının gelişmesi sonucu değişen talepler doğrultusunda tarımsal üretimde değişmiştir. Bunların yerine verimliliğin artması için kimyasal ve maliyeti düşürmek için mekanizasyon kullanılmaktadır (Bayramoğlu ve Gündoğmuş, 2010).

Ticari amaçla üretilen kimyasallar hem bitkinin veriminin arttırılmasında hem de bitki hastalıklarıyla mücadelede kullanılmaktadır. Tarımda kullanılan bu kimyasalların mikroorganizmalara direnç kazandırması, çevre kirliliğine sebebiyet vermesi, bitki, hayvan ve insan sağlığına zarar verici etkilerinin olması, fiyatının pahalı olması gibi olumsuzlukları vardır. Bu olumsuzluklar kimyasallara alternatif bir uygulama olarak verim için yararlı mikroorganizmaların kullanımına olanak sağlamıştır (Kucharski ve ark., 1996, Avis ve ark., 2008).

Son zamanlarda tarımda verimliliğin arttırılması, toprağın yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesinde yardımcı olacak biyolojik ürünlerin (biyopestisit ve mikrobiyal gübre) kullanımına eğilim olmuştur. Özellikle doğal kaynaklara daha az zarar veren, tarımsal kimyasallara nerdeyse bağımsız durumda olan çevre dostu yöntemlerin kullanılmasına ve sürdürülebilir tarıma duyulan gereksinim evrenseldir. Bununla birlikte sürdürülebilir tarım uygulamalarının en önemli etmenlerinden birisi de, bitki korunmasında biyolojik mücadele etmenlerinin kullanılmasıdır (Szekeres, 2006).

Bitki büyümesi ve sağlığında etkili olan çeşitli metabolitleri üreten ve salan mikroorganizmalar, toprak veriminde önemli görülen bir biyolojik etmenddir (Ping ve Boland, 2004). Toprağın rizosfer olarak bilinen kısmında yoğun olarak mikroorganizma popülasyonu bulunmaktadır. Toprakta gerçekleşen fizikokimyasal aktiviteler tamamen bu mikroorganizmalara bağlıdır. Toprakta yaşayan mikroorganizmaların en büyük kısmını bakteriler oluşturmaktadır (İmriz ve ark., 2014).

Bakteri toplulukları arasında bitki kökleri ile ilişkili olan bakterilere rizobakteriler (kök bakterileri) denir. Rizobakterilerin bitki kökleriyle olan ilişkisi göz önüne alındığında bir kısmının yararlı, bir kısmında zararlı bakteri olduğu görülmektedir. Yararlı rizobakterilerinden bazıları bitkilerde gelişmeyi uyarıcı veya biyokontrol ajanı gibi rol

oyunarak ya da her iki şekilde de davranarak bitkilere yararlı olmaktadır. Bu tür yararlı olan kök bakterilerine “bitki gelişimini uyaran kök bakterileri” (Plant Growth Promoting Rhizobacteria: PGPR) denilmektedir (Bayrak ve Ökmen, 2014).

PGPR, dünyanın birçok bölgesinde potansiyel kirleticiler olan endüstriyel gübre ve pestisit uygulamalarının azaltılması amacıyla biyolojik gübre olarak kullanılmaktadır (Burdman ve ark., 2000). PGPR’lerin azot fiksasyonu ile bitkinin azot beslenmesini, fosfor çözünürlüğünü, suyu kullanım etkinliğini ve bitkisel hormonların üretimini (oksin, sitokin ve giberellin) arttırdığını, bitki tarafından besin alımını etkinleştirerek veya enzimatik yolla bitkide etilen seviyesini azaltarak bitki gelişimi üzerine olumlu etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu bakteriler, bitkilerin fitopatojenlere karşı dayanıklılık, kuraklık, tuz ve oksidatif strese karşı tolerans ve B vitamini kompleksini üretmesini sağlayarak bitki gelişimini olumlu etkilediği belirlenmiştir (Ekici ve ark., 2015).

Topraktaki bakterilerin rakipler ve predatörler arasında hayatta kalmak için bir niş oluşturması sıklıkla zordur. Bu yüzden immobilizasyon, toprakta bakterilere yaşam için daha uygun bir mikroçevre sağlar (Sivakumar ve ark., 2014). Mikroorganizmaların polimerik bir matrikste kapsüllenmesi (bir mikroorganizma kullanıldığında immobilizasyon ve birden fazla organizma kullanıldığında co-immobilizasyon olarak da bilinir) şu anda tarımsal ve çevresel bakteri aşılama teknolojisinde deneysel bir yöntemdir. Mikrobiyal hücrelerin immobilizasyonu altında yatan temel endüstriyel kavram, canlı mikroorganizmaları bir polimerik matrikse sokmak ve canlılığını sürdürmektir (Bashan ve ark., 2013). PGPR kapsüllemesinin ana hedefleri; sert toprak ortamından onları korumak, mikrobiyal rekabeti azaltmak ve bitki köklerinin kolonizasyonunu kolaylaştırmak için onları yavaş yavaş salmasını sağlamak (Sivakumar ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda polimer matriksine mikrobiyal hücrelerin immobilizasyonunun doğrudan toprağa aşılama üzerine avantajları olduğu kanıtlanmıştır (Sivakumar ve ark., 2014).

Yapılan bu çalışmada, *Gramineae* familyasının yabancı türlerinden yabancı buğday bitkilerinin kök bölgesinden elde edilen kök bakterilerinin immobilize edilip buğdayın gelişimi üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Tokat Erbaa’ya bağlı Canpolat Köyünün tarım yapılmayan arazilerinden alınan yabancı buğdayların

köklerinden kök bakterileri izole edilmiştir. İzole edilen bakteriler immobilizasyon prosedürüne göre immobilize edilmiş ve ardından *Gramineae* familyasından buğday tohumu ile birlikte toprağa ekilmiştir. Immobilize edilmiş bakterilerin buğdayın gövde çapı, kök uzunluğu, kardeşlenme sayısı ve yaprak ayası üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda bazı immobilize edilmiş bakteri gruplarının gövde çapı, kök uzunluğu, kardeşlenme sayısı ve yaprak ayası üzerinde olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Ancak bazı immobilize edilmiş bakteri gruplarının ise kontrol grubuna kıyasla buğday gelişiminde olumsuz etkiler oluşturduğu görülmüştür.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Buğday

Buğday nerdeyse her ülke nüfusunun beslenmesinde yaygın olarak kullanılan, ekilişi ve üretimi yönünden tahıl bitkileri arasında geniş bir yeri olan yüksek besin değerine sahip kültür bitkisidir (Özaydın, 2001; Dong ve ark., 2002). Dünya’da ve Türkiye’de en çok üretilen kültür bitkilerinden birisi buğdaydır. Özellikle ülkemizde 8.1 milyon hektarlık ekim alanı ile tüm tahıl bitkilerinin ekim alanının %66’sını oluşturmaktadır (Anonim, 2014).

Beslenmede çok yüksek bir paya sahip olan buğday, özellikle ülkemizde tüketim alışkanlıklarında ilk sıralarda yer almaktadır. Serin iklim tahılları en çok tüketilen ve adaptasyon yeteneği yüksek olan buğday, bulgur, un, makarna, nişasta, irmik, bisküvi ve yem sanayisinde kullanıldığı gibi, hasat ve harman sonrası kalan buğday artıkları da hayvan beslenmesinde kaba yem olarak da kullanılmaktadır (Kün, 1988; Aktaş, 2010).

Buğdayın optimum gelişme sıcaklığı 25°C olmasına rağmen değişik genotipleri çok farklı iklim ve toprak koşullarında yaşayabilmektedir. En iyi geliştiği yerlerdeki ortalama yıllık yağış 375-875 mm dir. Nem miktarında gerçekleşecek olan herhangi bir artış ise buğdayın kök yapısının bozulmasına, çeşitli hastalıklara ve sonuç olarak verimde azalmaya neden olmaktadır (Temel, 2006). Dünya’nın herhangi bir yerinde ve herhangi bir zamanında hasat edilebilen bir bitki olan buğdayın Kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde hasat Nisan ve Eylül aylarında yapılırken; Güney yarım kürede ise Ekim ve Ocak aylarında yapılmaktadır (Leonard ve Martin, 1963).

Tarımsal üretimin temel amacı artan dünya nüfusu için verimli, kaliteli ve güvenilir ürünlerin yetiştirilmesidir (Kucharski ve ark., 1996). Bu nedenle hem açlığa bir çözüm olmak hem de beslenme düzeyini daha iyi hale getirmek için ürünlerin niteliğini düşürücü etkenlerin ortadan kaldırılması gerekir. Her tarımsal üründe olması gerektiği gibi buğday bitkisinin üretiminin artırılması için var olan ekim alanlarının genişletilmesi yerine birim alandan elde edilen verim ve kalitesinin artırılması büyük öneme sahiptir. Bu amaca ulaşmak için sulama, gübreleme ve toprağa ekim işlemlerinin doğru zamanda yapılması, nitelikli tohumların kullanılması, verimde azalmaya sebep

olan hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı mücadelenin bilinçli şekilde yapılması gerekmektedir (Aktaş, 2001).

Ticari olarak üretilen çeşitli kimyasallar (gübre ve pestisit gibi), bitki verimini artırmak ve bitki hastalıkların mücadelesinde kullanılmaktadır (Kucharski ve ark., 1996). Toprakta yeterli miktarda ve kaliteli ürünler alabilmek için bazı bitki besin maddelerinin bulunması gerekir. Ancak azot, fosfor ve potasyum gibi besin maddeleri bitkisel organizmalarda çok miktarda kullanıldığı için toprakta yeterli düzeyde bulunamamaktadır. Bu nedenle gübre gerekli miktarda bulunamayan besinlerin sağlanması için toprağa ilave edilmektedir (Albayrak, 2015). Bu özelliğinden dolayı dünyada olduğu gibi ülkemizde de gübrenin kullanımı hızla artmaktadır (Karaman ve Turan, 2012). Tarımsal uygulamalarda verimliliğin artması üzerine önemli olan bir diğer madde ise pestisittir. Pestisitler ise böcek, akar, nematod, fungus, bakteri, yabancı ot, fare gibi zararlılarının önlenmesi veya kontrolü için kullanılan kimyasal ve biyolojik bileşiklerdir (Bolat, 2016).

1960'lı yıllarda artan dünya nüfusunun ihtiyaç duyduğu besin karşılamak amacıyla tarımsal üretimde verimi arttırmak ve hastalık etmenlerinden doğan kayıpları azaltmak için pestisit ve gübre kullanmak önemli bir gelişmeydi (Tilak ve ark., 2005). Ancak artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak için 20. yüzyılın başından beri çok miktarda kullanılan gübre, hormon ve zirai ilaçlar, toprak yapısının bozulmasına, çevrenin kirliliğine, patojenlerin ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir (Zengin, 2007; Saber, 2001; Bøckman, 1997).

Günümüzün tarımsal ekosistemlerinde yer alan birçok toksik ve tehlikeli kimyasal madde bitki, toprak, yüzey ve yeraltı suları ve gıdaların içine karışmaktadır. Bundan dolayı ekim alanlarında su ve rüzgar erozyonu, toprakta organik madde kayıpları ve besin maddesi tükenmesi gibi toprağın verimliliğini olumsuz etkileyen sonuçlar doğurmaktadır. Böylece tarımsal üretimde kimyasal kullanımı ile ortaya çıkan hızlı üretim artışı artık azalmaktadır (Saber, 2001). Toprak, su, hava ve gıdada eski kaliteye ulaşmak için çevre dostu, doğal geliştirici etmenlerin doğa ile uyumlu bir şekilde kullanılması gündemdedir. Birçok ülkede de bu fark edilip geleneksel (klasik) tarımdan çevre dostu tarım yöntemlerine geçilmeye başlanmıştır (Zengin, 2007).

Tarımda kullanılan kimyasalların verdiği zararlar gözönüne alınarak verimliliğin artırılması, toprağın yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesinde yardımcı olacak biyolojik ürünlerin (biyopestisit ve mikrobiyal gübre) kullanımına eğilim olmuştur (Szekeres, 2006). Mikrobiyal gübreler bitkinin ihtiyaç duyduğu besinlerin topraktan alınmasını sağlayan canlı mikroorganizmaların tarım için hazırlanan ticari formülasyonlardır. Bu mikrobiyal gübrelerin çoğu bitkinin gelişimi ve verimini artırması, besin maddesi alımının artırması, topraktan kaynaklanan çeşitli hastalıkların kontrolü gibi olumlu etkileri vardır. Bitkilerde mikrobiyal gübre kullanımına bağlı dayanıklılık artışına, pestisit ve gübre kullanımında azalmaya yol açabilmektedir (Özbay ve ark., 2015).

Kimyasal gübre ve pestisite alternatif olarak tarımsal üretimde kullanılacak faydalı mikroorganizmaların içerisinde bakterilerin yeri önemlidir. Yapılan araştırmalarda normal bir tarım toprağının santimetre küpünde ortalama 90 milyon bakteri, 4 milyon aktinomiset, 200 bin fungus, 30 bin alg, 5 bin protozoa ve 30 adet nematot olduğu belirtilmektedir. Bu organizmaların bitkisel üretimin en temel girdilerinden olan toprakta bu kadar yoğun bir şekilde bulunmaları asla sebepsiz değildir (McMillan, 2007). Bu önem fark edilmesinden dolayı son yıllarda bitki hastalıklarından korunmanın yanı sıra bitkinin büyümesi ve gelişimini teşvik etmek için topraktan elde edilen bakterilerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Özellikle aşırı nüfusa sahip olan Çin gibi ülkelerde fazla ürün verimi alabilmek için topraktan elde edilen ve geniş alanlarda kullanılan rizobakterilerden yararlanmaktadırlar. Rizosfer mikrobiyal etkinliğin fazla olduğu bitki bölgesidir ve burada bulunan bazı bakteriler kök bakterileri (rizobakteri) diye adlandırılırlar (Chen ve ark, 1996).

2.2. Bitki Gelişimi Uyarıcı Kök Bakterileri (PGPR)

Rizobakterilerin bazıları, bitkilerde gelişmeyi uyarıcı veya biyokontrol ajanı olarak bitkilere olumlu etki göstermektedir. Bitki gelişimini uyarıcı rizobakteriler (PGPR-Plant Growth Promoting Rhizobacteria) olarak tanımlanan bu bakteriler toprağa direkt yada tohumla birlikte ekilir (Altın ve ark., 2005; Öztekin ve ark., 2015). Bu bakteriler daha çok *Acinetobacter*, *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Rhodobacter*,

Rhodosprillum, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir. Bu cinsler arasında özellikle *Pseudomonas*, *Burkholderia* ve *Bacillus*'lar bitki gelişimini uyarmaları yanında patojenlere karşı antagonistik etki göstermektedirler (Vessey, 2003).

PGPR'lerin fonksiyonları genel olarak asimbiyotik N₂ fiksasyonu, inorganik fosfatın çözünür hale getirilmesi, organik veya diğer besinlerin mineralizasyonu ve siderefor üretimi ile bitkinin besin alımını arttıran biyogübreler; oksin, giberellin ve sitokinin gibi bitkisel hormonların üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülatörler; antibiyotikle antifungal üretimiyle hastalıkları kontrol eden biyokontroller olarak gruplandırılmıştır (Antoun ve Prevost, 2006; Karakurt ve ark., 2011).

Biyogübreler, barındırdığı canlı mikroorganizmalar bitki yüzeyine, toprağa ya da tohuma uygulandığında bitkinin içinde veya rizosfer bölgesinde kolonileşmeye yol açarak bitkiye temel besin maddelerini sağlayan ticari olarak üretilen gübrelerdir (Vessey, 2003). Yapılan bir çalışmada biyogübre olarak mısır (*Zea mays*) yetiştiriciliğindeki en etkili PGPR'yi seçmek ve bunların inokulasyonun toprağın doğal mikrobiyal yapısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Hem saksı hem de tarla denemelerinde mısır büyümesinde etkinin belirlenmesi için *Pseudomonas sp.* SUT 19 ve *Brevibacillus sp.* SUT 47 bakterileri seçilmiştir. Tarla denemelerinde organik gübreyle değiştirilen PGPR tüm muamelelere kıyasla en yüksek sonuçları vermiştir. Rizosferden izole edilen DNA topluluğu, Denatüre Gradyan Jel Elektrofrezisi (DGGE) yardımıyla incelenmiş ve bu çalışma boyunca izolatların rizosferde var olduğunu doğrulanmıştır. PGPR'nin rizosferde tür çeşitliliği üzerinde etkiye sahip olup olmadığını değerlendirmek için, kesilmiş DGGE bantlarının DNA dizilimi yapılmıştır. Sonuç olarak, mikrobiyal yapıdaki baskın türlerin PGPR tarafından engellenmediği ancak bitki gelişiminde güçlü bir etki oluşturduğu kanıtlanmıştır.

Fitostimülatörler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden PGPR'lerdir. Oksin, sitokinin ve giberellin gibi bitkisel hormonlar yardımıyla bitki gelişimini doğrudan etkilemektedir. Bu hormonlar yalnızca bitkiler tarafından üretilmezler, aynı zamanda bitkiyle ilişki içerisindeki pek çok bakteride üretebilmektedir (Karakurt, 2006). PGPR'ler tarafından en çok salgılanan hormon oksinlerdir. Oksinler azot bağlamaktan ziyade köklenmeyi uyarmada ve bitki büyümesini arttırmada ana etken olduğu kabul edilmektedir (Bloenberg ve Luktenberg, 2001). Büyümeyi teşvik etmede

rol oynayan diğerk hormonlar ise sitokin ve gibberellindir. Yapılan birçok çalışma biyogübrelerin geleceğinin umut verici olduğunu göstermektedir (Fuentes-Ramirez ve Caballero-Mellado, 2006).

Organizmalar tarafından patojen gelişiminin önlenmesi için konukçu dokuda antibiyosis, rekabet, parazitizm gibi mekanizmaların biri ya da birkaçının kombinasyonunun gerçekleştirilmesine biyokontrol denir (Bora ve Özakta, 1998). Etiyopya'da yapılan bir patates çalışmasında *Ralstonia solanaceum*'un neden olduğu bir hastalığa karşı 112 adet PGPR denenmiştir. Sonuçta denemede kullanılan *B. subtilis* ve *P. macerans*'in hem hastalığı önemli oranda baskıladığı hem de kontrole göre bitki boyu ve ağırlığında gözle görülebilir artış sağladığı gözlemlenmiştir (Aliye ve ark., 2008).

Serbest PGPR hücrelerinin toprağa doğrudan aşılmasıyla bitki köklerinin bu bakteriler tarafından kolonizasyonu kolay değildir. Çünkü, serbest PGPR hücreleri toprak koşulları, pH ve sıcaklık dalgalanması, nem, protozoa predasyonu ve tuz stresi gibi çevresel değişikliklere karşı hassastır (Wu ve ark., 2012). Bakterilerin hayatta kalması için ümit verici bir PGPR suşunun ticari bir aşılama ürününe dönüştüren formülasyon olan biyobozunur taşıyıcılara PGPR'nin immobilize edilmesi yöntemi geliştirilmiştir (Bashan, 1998). Bu nedenle, toprağa mikrobiyal aşılmanın iyi bir şekilde korunmasını sağlamak için depolama süresi boyunca hücre canlılığının iyileştirilmesi, bitki inokülasyonu üzerinde olumlu bir cevap elde etmenin ana amacıdır. Aşılama stratejileri, besin kaynaklarının sağlanması ile birlikte koruyucu bir niş oluşturmayı amaçlayan formülasyonların uygulanmasını, taşıma ve depolama için uygun koşulları içermektedir (Schoebitz ve ark., 2013a).

2.3. İmmobilizasyon

İmmobilizasyon, biyoteknolojik uygulamalarda hücrelerin sistemde yeniden ve sürekli olarak kullanılabilirliğini sağlamak amacıyla başvuru tekniklerdir (Mou ve ark., 1991). Bu işlem hücrenin aktivitesini kaybetmeden belirlenmiş olan taşıyıcı malzemede hedeflenen boşluğa tutturulması veya hapsedilmesidir. İmmobilizasyon işlemi enzimlere, hücresel organellere, mikrobiyal hücrelere ve diğerk tüm biyokatalizörlere uygulanmaktadır (Illanes, 2008). Bazen biyokatalizörler taşıyıcı materyale fiziksel yada

kimyasal bağlanırken, bazen de taşıyıcı malzemedeki boşluklara hapsedilmektedir (Aehle ve ark., 2004).

Bakteriyel hücrelerin immobilizasyonu ve kapsüllemesi, koruyucu bir yapıya kavuşmak veya aktif bileşenlerin immobilizasyonuna, korunmasına, salınmasına ve işlevselleştirilmesine izin veren bir kapsül olarak tarım, ilaç, gıda ve diğer endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece olumsuz çevresel faktörlere daha az maruz kalır. Kapsülleme, kültürlerin üretimi, depolanması ve işlenmesi aşamalarında hücrelerin canlılığını ve stabilitesini artırır ve aynı zamanda rehidrasyon sırasında ek koruma sağlar (Schoebitz ve ark., 2009).

Birçok çalışma, mikrobik inokulantların hayatta kalmasını iyileştirmek için gelişen farklı kapsülleme tekniklerine odaklanmıştır. Mikroorganizmaların kapsüllemesi en yeni ve en verimli teknolojilerden biridir. Örneğin, damlatma tekniği ile kapsülleme hücrelerin korunması için kullanılır ve inokulasyondan sonra hücrelerin toprakta daha iyi hayatta kalmasını sağlar. Kapsüllemiş hücreler yavaş ve kontrollü halde hedef toprağa salınabilir, daha uzun vadeli bir geçerlilik sağlar. Bununla birlikte, 1980'lerden beri yararlı toprak mikroorganizmaları üzerine yapılan çalışmaların çoğu, bakteriyel genetik ve fizyolojiye odaklanmıştır ve aşılama formülasyonları üzerinde yapılan araştırmalar mikroorganizmalar hakkındaki bilimsel makalelerin %1'in den azını temsil etmektedir (Schoebitz ve ark., 2012).

Son zamanlarda ABD'de *B. subtilis* türünün uygulandığı 2 milyon hektarın üzeri alanda test edilmiş ve mikrobiyal aşılama tarafından üretilen verimin toplam alanın %50 ile %70'inde artış olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara rağmen, toprak inokülasyonu, farklı ülkelerde farklı bitki ve toprak koşullarıyla deneysel bir alan olmaya devam etmektedir. Farklı bitki türleri ve toprak koşulları altında dünyanın farklı bölgelerinde PGPR'nin aşılama ile elde edilen sonuçlar, mahsul veriminde önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur (Diaz-Zorita ve Fernandez-Canigia, 2009).

2.3.1. İmmobilizasyon Yöntemleri

İmmobilizasyon, uygun bir matrikste mikrobik veya bitki hücrelerini yakalama/ ekleme yöntemidir. İmmobilize hücrelerin hazırlanması için kapsülleme, kovalent bağlanma,

adsorpsiyon, çapraz bağlama ve jel tutuklaması gibi farklı yöntemler gerçekleştirilir (Elakkiya, 2016)

Enkapsülasyon, hücre, enzim ve mikroorganizmaların protein veya karbonhidrata dayalı bir kaplama materyali ile kaplanmasıdır. Tarım, tıp, eczacılık, endüstri ve biyoteknoloji gibi kullanım alanları vardır. Enkapsülasyon kendi içinde nanoenkapsülasyon, mikroenkapsülasyon ve makroenkapsülasyon olarak ayrılmaktadır (Madene ve ark., 2006).

Mikroorganizmaların kapsüllenmesi, mikroorganizmaların korunması, salınması ve işlevselleştirilmesine izin vermek için çevreleyen bir yapı elde etmek için tarımda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aslında kapsülleme, abiyotiklere ve biyotik streslere daha az maruz kalmayı sağlayarak hücreleri stabilize etme eğilimindedir. Üretim, depolama ve ambalajlama sırasında canlılığı ve istikrarı potansiyel olarak artırırken, aynı zamanda rehidrasyon boyunca ilave koruma sağlar (Schoebitz ve ark., 2012).

İkinci immobilizasyon yöntemi olarak kovalent bağlanma uygulanmaktadır. Kovalent bağ, bir bağlanma (çapraz bağlama) ajanının varlığında, aktif inorganik destek ve hücre arasına inşa edilir. Kovalent bağlantı için, yüzeyin kimyasal modifikasyonu gereklidir (Elkahlout, 2011).

Adsorpsiyon ise invertaz enziminin aktif odun kömürüne emdirilmesiyle bildirilen en eski immobilizasyon tekniğidir. Tüm hücrelerin adsorpsiyonla uygulanan ilk immobilizasyonu, sirke endüstriyel üretimi sırasında bakteri hücrelerinin odun talaşı üzerine adsorpsiyonudur (Elkahlout, 2011). Medikal uygulamalarda adsorpsiyonun ilk örneği olarak ise *Escherichia coli* hücrelerinin bir iyon değişim reçinesi bağlanması verilebilir (Ruggieri ve ark., 1986). Mikrobiyal hücreler, ahşap, cam seramik, plastik malzemeler gibi farklı destekler üzerindeki adsorpsiyon ile immobilize edilir. Adsorpsiyon olayı, yüklü destek ve mikrobiyal hücre arasındaki elektrostatik etkileşimlere (van der Waals kuvvetleri) dayanmaktadır. Destek yüzeyleri üzerindeki gerçek yük hala bilinmemektedir ve bu da mikrobiyal bağlantı için uygun destek yüzeyi seçimini sınırlandırmaktadır. Hücre yüzeyi üzerindeki yük ve hücre duvarı taşıyıcı bileşeninin yapısında baskın bir rol oynamaktadır (Elkahlout, 2011).

Taşıyıcı özellikleri hücre desteği etkileşimini büyük ölçüde etkiler. Taşıyıcıların yapısı genellikle tüm cam veya seramik destekler, hücre ve destek arasında bağ oluşumu ile sonuçlanan alümina, silika, magnezyum, zirkonyum, vb. oksitlerin değişen oranlarından oluşur (Elkahlout, 2011).

İmmobilizasyon yöntemlerinden biri olan çapraz bağlama sırasında da mikrobiyal hücreler, glutaraldehit, toluenediizosiyanat (Hu, 1986) gibi iki veya çok fonksiyonlu reaktifler ile birbirine çapraz bağlanma ile sabitlenir. Çapraz bağlama için kullanılan kimyasalların toksisitesi, açıkça bu immobilizasyon yönteminin prosedürlerinin genel uygulanabilirliği için sınırlamalar getirmektedir (Bucke ve Brown, 1983).

Endüstriyel amaçla yapılan hücre immobilizasyonunda, polimer matrikslere mikrobiyal hücrelerin tutuklanması veya bir yüzeye emilimi kapsamlı olarak incelenen ve uygulanan bir yöntemdir. Jel tutuklama ve yüzeylere emilim, hücrelerin kendilerini doğada bulabilecekleri en yakın koşulları sağlar. Jel içerisindeki tutuklamanın muhtemelen immobilize edici hücrelerin en başarılı aracı olduğu kanıtlanmıştır (Bucke ve Brown, 1983).

Jel tutuklama, bir jele hücrelerin çeşitli metodlarla hapsedilmesidir. Agar, kollajen, aljinat, karragenan ve poliakrilamid gibi maddeler yardımıyla jelleşme gerçekleştirilir. Bu jel oluşturma işlemi iyonik yük değişimi, çöktürme, kovalent veya çapraz bağlama ile sağlanmaktadır. Tutuklama işlemi sonrası yarı ömrün arttığı ve hücrelerin canlılıklarını koruduğu yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır. Örneğin; tutuklama yöntemiyle immobilize edilmiş *E.coli* hücrelerinin oksijen kullanması ve agarlı besiyerinde üremesi gibi canlılığını kanıtlayan bulgularla karşılaşılmıştır. Tutuklanmış deaktive hücrelerin zengin besiyerinde bekletilerek tekrar aktifleştigi görülmüştür. Ayrıca tutuklanarak depo edilen hücrelerinde tutuklandıktan sonra bozulmadıkları elektron mikroskopuyla yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır (Akdoğan, 2010; Arica ve ark., 2003).

Sıvı inokulantların kullanımı mikroorganizmaları toprak stresine karşı korumaz. Hücre canlılığını artırmak için taşıyıcı materyallerin kullanılması mikroorganizma formülasyonunda başarının ana faktörlerinden biri olabilir (Schoebitz, 2016). Bakterilerin uygulanması için kullanılan alternatif taşıyıcı malzemeler ve

formülasyonlar: talk, vermikülit, perlit, poliakrilamid, İrlanda yosunu, aljinat, aljinat-nişasta, aljinat-hümik asit ve toz formülasyonlarıdır (Schoebitz ve ark., 2013a).

2.3.2. Taşıyıcı Malzemeler

Taşıyıcı, genellikle bir veya daha fazla yararlı bakteriyi içeren, yüksek kaliteli fizyolojik durumda yavaşça yaşayabilir hücreleri serbest bırakabilen, uygun ve ekonomik bir malzemedir. (Bashan, 1998). Hem doğal ve hemde sentetik polimerlerden oluşan taşıyıcı malzemeler, mikrobiyal kapsülleme için kullanılmaktadırlar. Poliakrilamid, polistiren, poliüretan sentetik polimerlerdir. Agar, agaroz, aljinat ve yosun gibi alg polisakaritleri doğal polimerler olarak sınıflandırılır (Cassidy, 1996).

Toprak uygulamaları için kullanılacak jel beadleri için gereken kriterler, kontrol biyoreaktör sistemi için gerekenlerden farklıdır. Sentetik polimerler tarafından elde edilen uzun süreli stabilite ve küçük gözenek boyutları biyoreaktörlerde kullanım için etkili olmasına rağmen, çevresel uygulamalarda bu istenmeyebilir. Poliakrilamid durumunda hücre bütünlüğü ve aktivitesi, sıcaklık ve serbest kökler üreten sentetik matrikslerin polimerizasyonu sırasında bozulabilir. Buna rağmen bir *Rhizobium sp.* serbest hücreler gibi etkili olarak poliakrilamid içine kapsüllenmiştir. Polimer gözenek boyutu özel bir proses için matriks seçiminde kritik bir parametre olabilir. Poliakrilamid kapsülleme yoluyla elde küçük bir gözenek büyüklüğü, matriks proteinleri ve hücrelerin en az sızıntıyla biyoreaktörlerde uygulanmaları için faydalı olabilir. Daha büyük gözenekler algal polisakkaritler gibi doğal polimerler ile hücreler enkapsüle edildiğinde yaratılır (Cassidy, 1996).

Doğal polimerler kuruma ve depolamadan sonra bakteriyel hayatta kalmayı sağlayabilir. Genel olarak toksik olmayan doğal polimerler toprakta kullanım için tavsiye edilmektedir. Örneğin aljinat veya K karragenan gibi biyolojik olarak bozunabilir jel matriksleri; hücrelerin kapsüllenmesi, toprağa bakterilerin verilmesi için güvenli ve etkili bir yöntem olabilir. Aseptik koşullarda minimum kontaminasyonda hücreleri enkapsüle etme prosesi hücreler için stres oluşturmaz, taşıyıcılar biyolojik olarak parçalanabilir ve toksik değildir. Beadler bozulana kadar hücreleri korurken ayrıca mikroorganizmaların zaman içinde yavaş bir salınım yapmasını sağlar (Cassidy, 1996).

2.3.2.1. Aljinat

Aljinat, büyük sürdürülebilir miktarlarda farklı deniz makroalglerinin yanısıra çeşitli bakterilerden de elde edilen doğal olarak oluşan bir polimerdir. Bakterileri içeren beadlerin hazırlanması oldukça kolay, basit ve oda sıcaklığında az miktarda kimyasal madde ve ekipman ilavesi ile çok aşamalı bir prosedür kapsar. Bu nedenle, araştırmalarda popülerdir (Bashan ve ark., 2014).

2016'da yapışkanlar, besin maddeleri, yüzey aktif cisimleri, dengeleyiciler, dağılma malzemeleri, yığın materyalleri ve kriyoprotektan maddeler ile sıklıkla kombine edilen aljinat türevleri, tarımsal ve çevresel kullanımlar için mikroorganizmaların çoğunlukla kapsüllemesi için tercih edilen deneysel polimerlerdir. Aljinat formülasyonları bugünlerde biyolojik kontrol maddelerinin, bakteriyel büyüme promoterlerinin, mikorizal mantarların ve mantar yetiştiriciliğinin uygulanması için kullanılmaktadır. Aljinat formülasyonlarının bu amaçlar için avantajları, toksik olmayan yapısı, biyobozunabilirliği, düşük maliyette elde edilebilirliği (Çin ürünü kg başına 2 ABD doları), tutuklanan mikroorganizmaların toprağa yavaş salınmasıdır ki bu polimerik yapıdaki varyasyonlarla gerçekleştirilebilir ve ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından insan kullanımı için onaylanmıştır (Bashan ve de-Bashan, 2016).

Son zamanlarda, jel tutma veya kapsülleme için polisakkaritlerin kullanımı zorlu bir yöntem haline gelmiştir. Bu alanda aljinat jel beadlerinin kullanımı, şu anda en umut verici ve çok yönlü yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. Bu immobilizasyonun prosedürü, çok hafif koşullar altında tek aşamalı bir işlemle gerçekleştirilebilir ve bu yüzden canlı hücrelerle uyumludur. Hücre süspansiyonu bir Na^+ aljinat çözeltisi ile karıştırılır ve karışım çok değerli katyonlar (genellikle Ca^{+2} içeren bir çözelti içine damlatılır. Jel beadleri şeklindeki damlacıklar, iyonik olarak çapraz bağlı aljinatın üç boyutlu bir kafesine hemen hapsedilir. Çoğu hücre tipi, bu teknikle immobilizasyon için uygundur (Chhetham ve ark., 1985).

Ca^{+2} aljinat beadler içine hücrelerin tutulması son zamanlarda canlı hücrelerin immobilizasyonu için en yaygın kullanılan teknik haline geldi. Bu çok yönlü yöntem, biyoreaktörlerde yaşayan veya ölü hücrelerin immobilizasyonu, bitki protoplastlarının mikro yayılım için immobilizasyonu ve monoklonal antikörlerin üretimi için hibridom

hücrelerinin immobilizasyonundan, yapay organların implantasyonu için hayvansal hücrelerin tutulmasına kadar çeşitli uygulamaları içerir (Strand ve ark., 2000).

Kalsiyum aljinat beadleri, bol miktarda su ile doldurulmuş gevşek bir ağ olarak yapılandırılmıştır (Nussinovitch, 2010). Böylelikle, hücre biyomekanizasyonu için tek başına aljinatın kullanılması, kurutma işlemi sırasında hücreleri yeterince korumaz ve hafifçe bozulmuş beادلere yol açar. Nişasta gibi dolgu maddeleri, kurumadaki kuru maddeyi arttırmak, mekanik direnci geliştirmek ve hücrelerin toprağa ilerleyen bir şekilde salınmasını sağlamak için formülasyona eklenebilir (Bashan ve ark., 2002). Matriks %97-98 su içeren aljinat taneciklerine bağlı olarak, kurutma sırasında *A. brasilense* hücre sayısında iki log azalmayla hücreleri koruyamadı. Biyoenkapsülasyonda nişasta kullanıldığında, su içeriği %65'e düştü ve bu durum hücre sağkalımını önemli ölçüde iyileştirdi (Schoebitz ve ark., 2012). Tüm aljinat jel beadlerinin temel özellikleri yüksek mekanik ve kimyasal kararlılık, kontrol edilebilir şişme özellikleri, toksik, pirojenik ve immünojenik kontaminatların düşük içeriği, tanımlanmış gözenek boyutu ve dar gözenek boyutu dağılımı olmasıdır (Strand ve ark., 2000).

2.4. Örnek Çalışmalar

Dünyada üretimi ve pazarlaması gittikçe artan PGPR'lerle yapılan ilk çalışmalar 1970'li yılların başlarında gerçekleşmiştir. Matiru ve Dakota (2004), şimdilerde azot desteğinin %65'inin biyogübrelerden karşılandığını bildirmişlerdir (Çelikten, 2016).

Kloepper ve ark., (1980) sera koşullarında yaptığı bir çalışmada patates peridermi ve kereviz köklerinden izole edilen iki izolatın kontrole göre patates büyümesini %500 arttırdığını saptamışlardır.

Carletti (2000), arpa, domates, biber vb. bitkilerde *Azospirillum*, *Azotobacter spp.*, *Bacillus spp.*, *Pseudomonas spp.* ve *Bradyrhizobium* inokulasyonun kök yüzey alanında, kök kuru ağırlığında ve verimde önemli artışlara neden olduğunu bildirmiştir.

Egamberdiyeva ve Höflich (2004), farklı tarım ürünlerinin rizosferinden izole edilen PGPR'leri Özbekistan'ın yarı kurak bölgesinde pamuk ve bezelye üzerinde denemişlerdir. Bu bakteriler sayesinde pamuk ve bezelyenin besin alımı ve bitki

büyümesine etkileri analiz edilmiştir. Sonuç olarak *Pseudomonas alcaligenes* PsA15, *P. denitrificans* PsD6, *Bacillus polymyxa* BcP26 ve *Mycobacterium phlei* MbP18 'nın pamuk ve bezelyenin kök ve sürgün gelişiminde artışa sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca N, P ve K içeriğinin de arttırdığı saptanmıştır.

Çakmakçı ve ark., (2006) beş adet N₂ fikse eden bakteri (*Bacillus* RC08, *Rhodobacter* RC04, *Paenibacillus* RC05, *Pseudomonas* RC06, *Bacillus* OSU-142) ve iki adet P çözücü (*Bacillus* RC07, *Bacillus* M-13) bakterinin arpa gelişimi, besin alımı, bazı toprak özellikleri ve bakteri sayısına etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar N ve P gübresi ve kontrolle kıyaslanmıştır. Bakteri aşılama toprakta toplam bakteri sayısını, arpa da N, Fe, Mn ve Zn alımını arttırmıştır. Ayrıca arpanın kök ve gövde ağırlığında da artışa sebep olmuştur.

Gholami ve ark., (2009) tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve tarlada yetiştirilen mısır verimi üzerine bitki büyümesini teşvik eden *P.putida* suşu R-168, *P.fluorescens* suşu R-93, *P.fluorescens* DSM 50090, *P.putida* DSM291, *A.lipoferum* DSM 1691 ve *A.brasilense* DSM 1690'ın etkilerini üç deneyde değerlendirmişlerdir. İlk çalışmanın sonuçları, tohum aşılama, mısırın tohum çimlenmesi ve fide etkinliğini önemli ölçüde arttırdığı gösterilmiştir. İkinci deneyde, hem steril hem de steril olmayan toprakta bakteriyel inokülasyon ile yaprak ve sürgün kuru ağırlığı ve yaprak yüzey alanı önemli ölçüde arttırılmıştır. Sonuçlar, bakteriyel tedaviler ile aşılamanın, steril olmayan topraktaki bitkilerin steril toprakta olanlara kıyasla büyümesi ve gelişmesi üzerinde daha uyarıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Üçüncü deneyde, mısır tohumlarının tüm bakteri suşları ile aşılması, bitki boyunu, 100 tane tohum ağırlığını, başak ve yaprak alanı başına tane sayısını önemli ölçüde arttırmıştır. Sonuçlar ayrıca, mısırın sürgün ve başak kuru ağırlığında artış olduğunu göstermiştir.

Abbasi ve ark., (2011) buğdayın kök bölgesinden bitki gelişimini arttıran bakteri izolasyonu yapmışlardır ve sekiz farklı PGPR izolatı elde etmişlerdir. Bu izolatlar morfolojik ve kültürel karakterizasyonları, fosfat çözünürlük kapasiteleri ve indol asetik asit üretimleri üzerine çalışmışlardır ve üç izolatı (WPR-32, WPR-42, ve WPR-51) ileriki çalışmalarda kullanmak için seçilmiştir. Bu üç izolat iki N seviyesinde sera koşullarında gerçekleştirilmiştir. Kontrol uygulamasına kıyasla PGPR uygulaması bitki boyu, taze sürgün ağırlığı ve kuru sürgün ağırlığını sırasıyla %25, %45 ve %86 oranında

kök uzunluğu, taze ve kuru ağırlığını sırasıyla %27, %102, %76 oranında arttırmıştır. Ayrıca PGPR izolatlarının her bitkide sürgün sayısını, bin tane ağırlığını ve tane verimini kontrole göre %23, %48, %59 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Çelikten (2016)'in yaptığı çalışmada Hatay ilinde 9 farklı tarladan alınan sağlıklı buğday köklerinden elde edilen PGPR'nin buğday (*Triticum aestivum* L.) gelişimine etkileri incelemiştir. Elde edilen 120 bakteri izolatının MALDI-TOF yardımıyla *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Microbacterium*, *Paenibacillus*, *Clostridium*, *Weeksella*, *Exiguobacterium*, *Acinetobacter*, *Brevundimonas*, *Providencia*, ve *Corynebacterium* cinslerine ait olduğu saptanmıştır. Bu bakteri izolatları arasından 73 PGPR izolatı buğday tohumlarına uygulanmıştır. Kontrol uygulamasına kıyasla PGPR uygulaması in vitro koşullarda kök gelişimine %7.1 ile %70.6 oranlarında, sürgün gelişiminde ise %6.6 ile %102 oranlarında arttırmıştır.

Çalışmalarda da görüldüğü gibi PGPR'nin bitki gelişimine olumlu etkisi vardır. Toprak fiziksel olarak heterojendir ve değişen çevre koşullar toprakta çeşitli değişikliklere sebep olur. Toprağa serbest olarak verilen PGPR'lerin üzerinde biyotik ve abiyotik stres oluşmaktadır. Hem çevresel stres hemde diğer mikroorganizmalarla olan rekabet ortamı PGPR'lerin hayatta kalması ve beklenen aktiviteyi göstermesinde bir engel oluşturur. Bu sorunlara çözüm bulmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır ve mikroorganizmaların immobilizasyonuna karar verilmiştir (Young ve ark., 2006; Cassidy ve ark., 1996). İmmobilizasyon işlemi yaşayan hücreleri kapsar, hücrelerin hayatta kalmasını iyileştirir, mikroorganizmaları birçok çevresel strese karşı korur ve hücrelerin dehidrasyonla yavaş yavaş toprağa bırakılmasını sağlar (Bashan, 1986).

Bashan (1987), *Azospirillum Brasilense* ve *Pseudomonas Fluorescens*'in aljinat beadlerine immobilizasyonu ile yaptığı bir çalışmada buğday bitkisinin köklerinin başarıyla inokule edildiği ve referans olarak alınan torfa göre daha iyi sonuçlar alındığını bildirmiştir.

Bashan ve Gonzalez (1999) yaptıkları çalışmada aljinat beadler içinde immobilize edilen *Azospirillum brasilense Cd* ve *P. fluorescens 313*'ün depolama koşullarında 14 yıldan sonra hayatta kalması 10^5 - 10^6 CFU g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu uzun depolama süresinden sonra, rizobakterinin buğday bitkilerinin büyümesini uyarma yeteneklerini

kaybetmediği ortaya çıkmıştır. Araştırma rizobakterinin uzun süre boyunca aljinat beadlerde yaşayabildiğini ve aktivitesini koruduğunu göstermiştir.

Trivedi ve Pandey (2008), sodyum aljinat bazlı bir formülasyonda immobilize ettiği iki bitki büyümesinin destekleyen bakteriyi (*Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas corrugata*) 4°C'de 3 yıllık depolamadan sonra hayatta kalma, canlılık ve bitki büyümesini destekleme yetenekleri açısından değerlendirmişlerdir. Bitki bazlı biyo-deneyle, bakteriyel izolatların her ikisinin de bitki büyümesini artırma yeteneğinin, taze et suyu bazlı formülasyonlarınkilere eşit olduğunu göstermiştir. Bakteriyel izolatlar, depolama sırasında aljinat bazlı formülasyonda kök kolonizasyonunu ve antifungal ve enzim aktivitelerini muhafaza etmiştir. PGPR'nin aljinat beadlerinde daha uzun süreler boyunca hayatta kalabileceği saptanmıştır.

Bashan ve ark., (2002) buğday (*Triticum aestivum* cv.) ve domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv.) ile çöl tarım alanında baskın olan gerçekçi toprak koşullarında çalışma yapmışlardır. Deneme çömlerinde, çok yıllık bitkilerin yetişmediği alanlardan alınan topraklarla gerçekleştirmişlerdir. Çalışma *A. brasilense* içeren mikrobeadlerle bitki inokulasyonu, ısıyla öldürülmüş *A. brasilense* içeren mikrobeadlerle bitki inokulasyonu ve bitki inokulasyonu yapılmamış grup olarak incelenmişlerdir. Bitki yüksekliği, kök ve yaprak kuru ağırlığı ölçümleri çimlenmeden 21-30 gün sonra yapılmıştır. Toprağı nemli tutmak için gerektiğinde su eklenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek değerler *A. brasilense* içeren mikrobeadlerle buğday inokulasyonunda görülmüştür. Diğer gruplara kıyasla bitki yükseliğinde ortalama %33 artış, kök kuru ağırlığında ortalama %63 artış ve yaprak ağırlığında ise ortalama %54 artış elde edilmiştir.

Wu ve ark., (2014) serbest ve kapsül haline getirilmiş PGPR *Raoultella planticola*'nın, salin stres altında pamuk büyümesini desteklemedeki etkinliği araştırmışlardır. Kapsüllenmiş *Raoultella planticola*'nın pamuklu fidanlar üzerinde, serbest hücrelerden daha olumlu etkilere sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kwon ve Song (2014) tarafından yapılan çalışmada rizosferdeki bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) sürekliliğini arttırmak ve bitki büyümesini desteklemek için aljinat boncuğa immobilize edilmiş PGPR *Arthrobacter woluwensis* ED'nin

uygulanmasından sonra domates büyümesi incelenmiştir. Domates fideleri 1 g toprak başına 10^6 *A. woluwensis* ED gelecek şekilde hücre ile muamele edildiğinde ve bitki büyüme odasında 30 gün inkübe edildiğinde askıda bırakılmış inokulantlarla muamele edilen domates bitkilerinin sürgün ve kök uzunluğu, taze ağırlığı ve kuru ağırlığı inoküle edilmemiş kontrole göre sırasıyla %36.2, %59, %51.1 ve %37.5 oranında artmıştır. İmmobilize edilmiş bakterilerin tedavisi, kontrol ile karşılaştırıldığında sırasıyla %42, %67.4, %62.5 ve %60.4 oranında artmıştır. Buradan da anlaşılacağı üzere immobilize bakterilerin tedavisi ile domates büyümesinin artışı, askıda bırakılmış inokulantlarınkinden daha yüksek olmuştur. Ayrıca aljinat bead lerinde PGPR'nin kapsüllenmesi bitki rizosferinde PGPR'nin hayatta kalması ve bitki gelişimini desteklemek için sıvı inokulantlardan daha etkili olabileceği saptanmıştır.

De Gregorio ve ark., (2017) iki potansiyel PGPR olan *Pantoea agglomerans* ISIB55 ve *Burkholderia caribensis* ISIB40 'nin stabilitesi (yararlı özelliklerin canlılığı ve korunması) üzerindeki nanofiberlerin bakteriyel immobilizasyon etkisinin bir değerlendirmesini yapmışlardır. Ayrıca soya fasulyesi tohumun nanofiber-immobilize rizobakteriler ile kaplamasının bakteriyel canlılık üzerindeki etkisini belirlemişlerdir.

Bakteriyel nanoimmobilizasyon ve nanofiber-immobilize rizobakteri ile tohum kaplama elektrospinning ile gerçekleştirmiştir. Sonuçlar rizobakterinin ya canlılığını ya da yararlı özelliklerini etkilemediği için, *P. agglomerans* ISIB55 ve *B. caribensis* ISIB40'ı bu teknikte başarılı bir şekilde immobilize edildiğini göstermiştir. Nanofiber-immobilize rhizobacteria ile tohum kaplama, 30 gün boyunca saklanan tohumlarda *P. agglomerans* ISIB55 ve *B. caribensis* ISIB40 sağkalımını iyileştirmiş ve bitki kökü üzerindeki her iki bakterinin de başarılı kolonizasyonuna katkıda bulunmuştur. Ayrıca, *P. agglomerans* ISIB55 ile tohum kaplaması, kökün çimlenmesini, uzunluğunu ve kuru ağırlığını arttırmıştır. Ayrıca, *B. caribensis* ISIB40 ile tohum kaplama, yaprak sayısını ve sürgünün kuru ağırlığını arttırmıştır. Bu nedenle, nanofiber-immobilize edilmiş PGPR ile tohumların kaplanması için mevcut çalışmada uygulanan teknik, bir mikrobiyal aşılama olarak düşünülebileceğini saptamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada Kullanılacak olan Mikroorganizmaların İzole Edileceği Bitkisel Materyaller

Araştırmada *Gramineae* familyasının yabancı türlerinden yabancı buğday bitkisi kullanılmıştır. Mikroorganizmaların izole edileceği bu bitkiler Tokat Merkeze bağlı Canpolat Köyünün tarım yapılmayan arazilerinden toplanmıştır.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Besiyerleri

Çalışmada genel besiyeri olarak; bakterilerin geliştirilmesi için NA (Nutrient Agar) ve NB (Nutrient Broth) kullanılmıştır. Bakterilerin izolasyonu için özel besiyeri olarak JMV, NFb (Nitrogen Fixing bacteria), LGI ve Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium kullanılmıştır. Bakterilerin immobilizasyon işlemi için genel besiyeri olarak MHB (Mueller-Hinton Broth) kullanılmıştır.

3.1.3. Çalışmada Kullanılan İmmobilizasyon Materyalleri

Çalışmada bakteri immobilizasyonu için sodyum aljinat, patates nişastası, pepton, CaCl₂ çözeltisi ve 50 ml'lik şırınga kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitkilerin Toplanması

Mikroorganizmaların izole edileceği bitkiler Tokat Erbaa'ya bağlı Canpolat Köyünün tarım yapılmayan arazilerinden alınan *Gramineae* familyasının yabancı türlerinden yabancı buğdayların kökleri steril makasla kesilmiştir. Elde edilen köklerin herbiri steril kaplara konulmuştur. Steril kaplarda içi buz dolu kutuya alınarak laboratuvara götürülmüştür.



Şekil 3.1. Yabani buğday bitkisi görünümü



Şekil 3.2. Yabani buğday bitki kökünün görünümü

3.2.3. NA (Nutrient Agar) Hazırlanması

24 g/L lik toz NA besiyerinden 600 ml lik besiyeri hazırlamak için 14.4 g toz NA tartılmıştır. Tartılan toz NA erlene aktarılmış ve 600 ml distile su ilave edilmiştir. Ardından içine manyetik balık konulup manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra manyetik balık tutucu ile manyetik balık çıkarılmış ve erlenin ağzı folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika programda

otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra erlendeki steril NA bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde ateş yanında steril petrilere dökülmüştür. NA bakterilerin geliştirilmesi için kullanılmıştır.

3.2.4. NB (Nutrient Broth) Hazırlanması

13 g/L lik toz NB besiyerinden 600 ml lik besiyeri hazırlamak için 7.8 g toz NB tartılmıştır. Tartılan toz NB erlene aktarılmış ve 600 ml distile su ilave edilmiştir. Erlenin ağzı folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika programda otoklavda steril hale getirilmiştir. İhtiyaç duyulduğunda steril ortamda steril tüplere aktararak kullanılmıştır. NB katı besiyerlerine ekimden önce bakterilerin geliştirilmesi ve seyreltilmesi için kullanılmıştır.

3.2.5. Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium Hazırlanması

1 lt' lik besiyeri hazırlamak için 10 g toz mannitol, 10 g sükroz, 0.5 g K₂HPO₄, 0.2 g MgSO₄.7H₂O, 0.2 g NaCl, 5 g CaCO₃, 0.002 g FeSO₄, 0.002 g MnSO₄.4H₂O ve 0.002 g malat tartılmıştır. Tartılan toz malzemeler erlene aktarılmış ve 1 lt distile su ilave edilmiştir. Erlenin ağzı folyo ile kapatılıp 121°C de 15 dakika programda otoklava bırakılmıştır. İhtiyaç duyulduğunda steril ortamda steril tüplere aktararak kullanılmıştır. Dobreiner N-Free Malat Semi-Solid Medium rizosferden bakterilerin izolasyon aşamasında inkubasyon için kullanılmıştır.

3.2.6. JMV Hazırlanması

1 lt lik besiyeri hazırlamak için mannitol 5g, K₂HPO₄ 0.6g, KH₂PO₄ 1.8 g, MgSO₄x7H₂O 0.2g, NaCl 0.1 g, CaCl₂x2H₂O 0.2 g, bromtimol blue 2ml, iz element çözeltisi (ZnSO₄ 100 mg/L, MnCl₂x4H₂O 30 mg/L, H₃BO₃ 300 mg/L, CoCl₂x6H₂O 200 mg/L, CuCl₂x2H₂O 10 mg/L, NiClx2H₂O 20 mg/L, Na₂MoO₄x2H₂O 30 mg/L) 2ml, Fe-EDTA çözeltisi (%1.6 [w/v]) 4 ml, KOH 4.5 g, vitamin çözeltisi (riboflavine 10 mg/L, thiamin-HCLx2H₂O 50 mg/L, nicotic acid 50 mg/L, pyrodixin-HCl 50 mg/L, Ca-panthotenate 50 mg/L, biotin 100 mg/L, folic acid 200 mg/L, vitamin B12 200 mg/L), yarı katı besiyeri için 2.1 g agar hazırlanmıştır. İstenilen miktarlarda hazırlanan malzemeler erlene aktarılmış ve hacmi 1 lt ye tamamlanmıştır. pH 4.2-4.5. ayarlanmıştır (Jha ve ark., 2009). Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar

karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenin ağzı folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika programda otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra JMV bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde ateş yanında steril petrilere dökülmüştür. JMV bakterilerin izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.7. NFb (Nitrogen Fixing bacteria) Hazırlanması

Malik asit (5g/L) hariç JMV besiyeriyle aynı bileşime sahiptir. Yarı katı besiyeri hazırlamak için 1.8 g agar kullanılmıştır. 10N KOH ile pH 6.5 e ayarlanmıştır (Jha ve ark., 2009). Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenin ağzı folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika programda otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra NFb bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde ateş yanında steril petrilere dökülmüştür. NFb bakterilerin izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.8. LGI Hazırlanması

Bu besiyeri sukroz hariç NFb ile aynı bileşime sahiptir. 10 M H₂SO₄ ile pH 6.0-6.2 ayarlanır (Jha ve ark., 2009). Ardından manyetik karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Homojen haline geldikten sonra erlenin ağzı folyo ile kapatılıp 121°C 15 dakika programda otoklavda steril hale getirilmiştir. İşlem bittikten sonra LGI bir miktar soğutulmuş ve steril kabinde ateş yanında steril petrilere dökülmüştür. LGI bakterilerin izolasyonu için özel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.2.9. MHB (Mueller Hinton Broth) Hazırlanması

Distile su içerisinde 21 g/L olacak şekilde eritildikten sonra 121 °C' de 15 dakika otoklavlanmıştır. İhtiyaç duyulduğunda steril ortamda steril tüplere aktarılıp kullanılmıştır. MHB bakterilerin immobilizasyon işlemi için genel besiyeri olarak kullanılmıştır.

3.3. Bitkilerden Mikroorganizmaların İzolasyonu

3.3.1. Ekzofit izolasyonu

Her bitkiden elde edilen kök 25 ml steril tuz çözeltisi içeren 50 ml lik santrifüj tüpüne alınmıştır (Şekil 3.3). Tüpler vortekslenir (Şekil 3.4). Vorteksleme esnasında çözeltiye

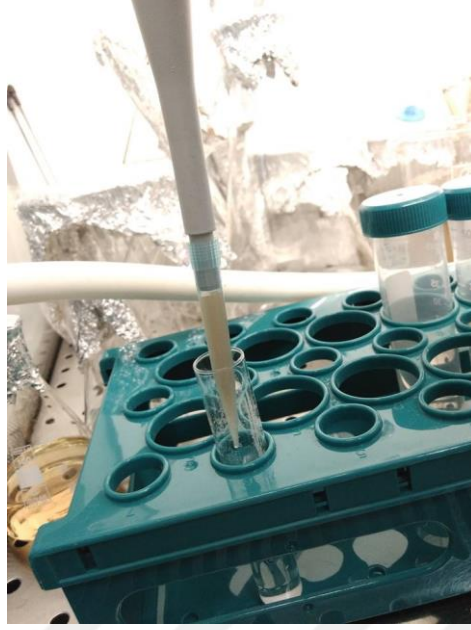
geçen toprak rizosfer olarak değerlendirilmiştir. Bu süspansiyondan 1 ml alınarak 4 ml dobreiner N-free malat semi-solid medium içeren deney tüplerine verilmiş (Şekil 3.5) ve 72 saat inkübatörde inkube edilmiştir (Şekil 3.6) (Öğüt ve ark., 2008).



Şekil 3.3. Steril kaptan yabancı buğday kökünü çıkarma



Şekil 3.4. Santrifüj tüpünde vorteksleme işlemi



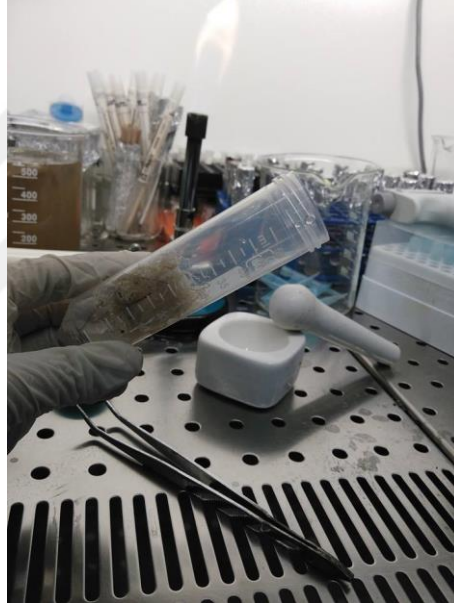
Şekil 3.5. Deney tüpüne aktarım



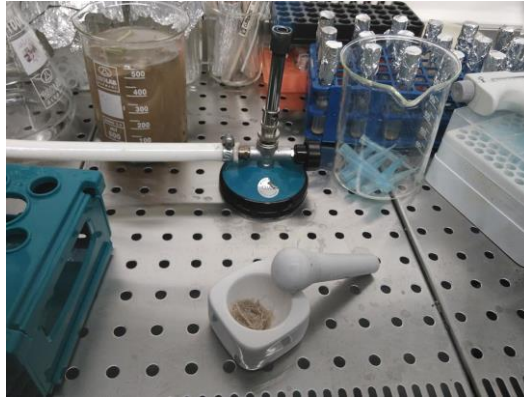
Şekil 3.6. Deney tüplerinin aerobik inkubatöre alınması

3.3.2. Endofit izolasyonu

Vortekslenen tüplerin içinde kalan kökler 2 defa distile su ile yıkanır ardından 1 defa tuzlu su çözeltisinde vortekslenmiştir (Şekil 3.7). Tuz çözeltisinde rizosfer kalıntısı kalmadığından emin olunduktan sonra kök steril bir havana alınmıştır (Şekil 3.8). Kök küçük parçalar halinde kalana kadar steril havanda ezilmiş ve ezilen kök tüpe aktarılmıştır. İçinde ezilmiş kök bulunan tüplere 25 ml tuz çözeltisi aktarılmış ve vortekslenmiştir. Ardından tüpün içinden steril pipet yardımıyla 1 ml alınarak 4 ml dobreiner N-free malat semi-solid medium içeren deney tüplerine verilmiş ve 72 saat inkübatörde inkube edilmiştir (Öğüt ve ark., 2008).



Şekil 3.7. Rizosfer kalıntısından temizlenen kök



Şekil 3.8. Kökün havanda ezilmesi işlemi

3.4. Mikroorganizmaların Besiyerlerine Ekimi

İnkübatörde 72 saat inkube edilen mikroorganizmalardan 1 ml alınıp 9 ml lik NB'ye aktarılarak seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. İlk tüp 10^{-1} olarak kabul edilmiş ve bu işlem 10^{-5} e kadar devam edecek şekilde tekrarlanmıştır. Dilüe edilen her tüpten 100 μ L çekilerek belirlenen katı besiyerlerine drigalski yardımıyla yayma ekim yapılmıştır (Şekil 3.9). Ardından etiketlemesi yapılan besiyerleri aerobik inkubatöre bırakılmıştır. İnkube edilen besiyerlerinde oluşan koloniler tek ve saf bakteri elde edilene kadar öze yardımıyla çizgi ekim gerçekleştirilmiştir. Tek tek ve saf halde elde edilen bakteriler çalışmanın devamı için stoğa alınmıştır.



Şekil 3.9. Yayma ekim işlemi

3.5. İzole Edilen Mikroorganizmaların İmmobilizasyonu

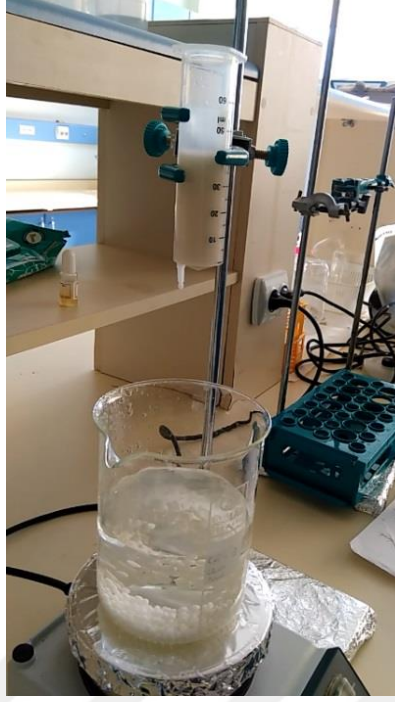
3.5.1. İmmobilize Edilecek Mikroorganizmaların Hazırlanması

İmmobilizasyon işlemi için bakteriler 10 arlı gruplara ayrılırlar. 10 arlı grupta yer alan her bakteriden öze dolusu alınmış, 30 ml lik MHB (Mueller Hinton Broth)'ye ekilmiş

ve etiketlenmiştir. 24-48 saat süre kalmak üzere thermoshakera (120 rpm, 36⁰C de) yerleştirilmiştir. 24-48 saatin ardından thermoshakerdan bakteri içeren besiyerleri çıkarılmış ve santrifüj tüplerine aktarılmıştır. 6000 rpm de 10 dakikaya ayarlı santrifüje bırakılmıştır. Santrifüj işlemi bittikten sonra tüplerin içerisindeki süpernatant kısmı dökülmüş ve 10 bakterinin peletleri tek bir tüpe aktarılmıştır. Ardından pelet yer alan tüpe %1 pepton içeren çözülden 3 ml eklenmiştir. Pepton eklenen tüp içindeki pelet (10 bakterinin peletlerini içerir) çözünene kadar vortekslenmiştir. Vorteksleme işleminden sonra mikroorganizmalar immobilizasyona hazırdır. Önceden belirlenen grup haline getirilecek bakteri sayısına göre gruplanan bakterilerde buna benzer işlemlerden geçirilir. Bu işlemde mikroorganizmalar 10⁵-10⁶ bakteri ml⁻¹ olacak şekilde hazırlanmıştır (Schoebitz ve ark., 2013b).

3.5.2. İmmobilizasyon İşlemi

3g Na-aljinat tartılmış ve 100 ml DW (distile su) içinde homojen olana kadar 30 dakika karıştırılmıştır. Homojen hale gelen Na-aljinat karışımına 47g patates nişastası ilave edilmiş ve homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Önceden hazırlanan mikroorganizma (pelet +pepton karışımı) bu karışıma eklenmiş ve homojen olana kadar karıştırılır. En son elde edilen karışım 50 ml lik şırıngaya aktarılmıştır. %1.5 luk CaCl₂ çözeltisi hazırlanmış ve balık atılıp, manyetik karıştırıcıya yerleştirilmiştir. Şırınga içindeki karışım %1.5 luk CaCl₂ çözeltisine damlatılmıştır (Şekil 3.10). Karışımın damlatılması bittikten sonra oluşan beadler 30 dakika %1.5 luk CaCl₂ çözeltisinde bekletilmiştir (Schoebitz ve ark., 2013b). Ardından çeşme suyu ile yıkanıp kurutma kağıtlarına alınmıştır. Etiketlenip 36⁰C de etüve kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.11). Kuruyan beadler klipsli poşetlere aktarılmış ve etiketlenmiştir. Kullanılana kadar ışık görmeyen bir alanda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.10. İmmobilizasyon işleminin gösterimi



Şekil 3.11. İmmobilize beadlerin kurutulması

3.6. İmmobilize Bakteri Beadlerinin Buğday ile Toprağa Ekimi

Her bead grubu için kazılan sıraya *Gramineae* familyasından 3 buğday tohumu ile 4 adet bead eklenmiş ve üzeri toprak ile kapatılmıştır. İki sıra arası 10 cm olacak şekilde ekime devam edilmiştir. Ekimden işleminden yaklaşık 3 ay sonra bitki gelişim parametreleri incelenmiştir.

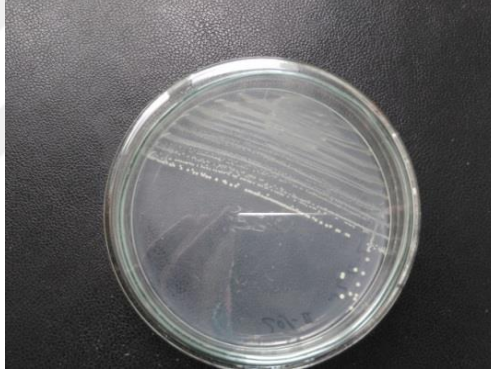
3.7. İmmobilize Bakteri Beadlerinin Çözünme Gücünün İncelenmesi

Arazi denemelerinde kullanılan bakteri beadlerinin çözünme gücü öğrenmek istenmiştir. Bunun için laboratuvarda aynı özelliğe sahip kaplar belirli yere kadar vermikompostla doldurulmuş ve toprağın farklı noktalarına beadler konulup üzeri vermikompostla örtülmüştür. Kuruma durumuna göre sulama gerçekleştirilmiştir.

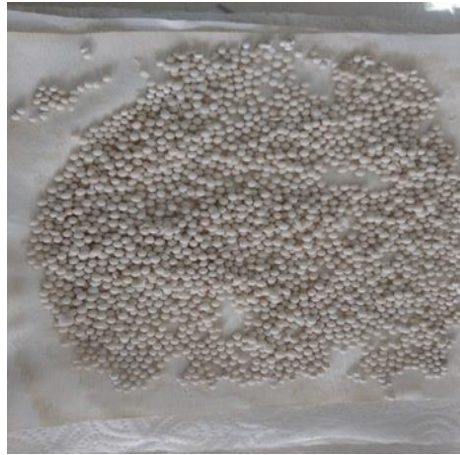
4. BULGULAR

4.1. PGPR adayı bakteri izolatlarının izolasyonu

Araziden toplanan *Gramineae* familyasının yabancı türlerinden olan yabancı buğday köklerinden materyal ve metotta anlatıldığı şekilde 227 bakterinin izolasyonu yapılmıştır. İzole edilen bakteriler ve laboratuvarında mevcut olan bakterilerle birlikte toplam 537 bakteri test edilmiştir (Şekil 4.1). İzolatların hepsini teker teker test etmenin hem uzun bir süreç olması hem de maliyetli olması göz önünde bulundurularak önceden planlanan şekilde bakteriler gruplandırılmıştır. İmmobilizasyon işlemide bu gruplandırma göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. İzole edilen bakteriler (Şİ'ler) ve laboratuvarında mevcut olan bakterilerin immobilize beadleri (F, KR, MG ve ET) ile birlikte 58 immobilize bakteri grubu oluşturulmuştur (Şekil 4.2).



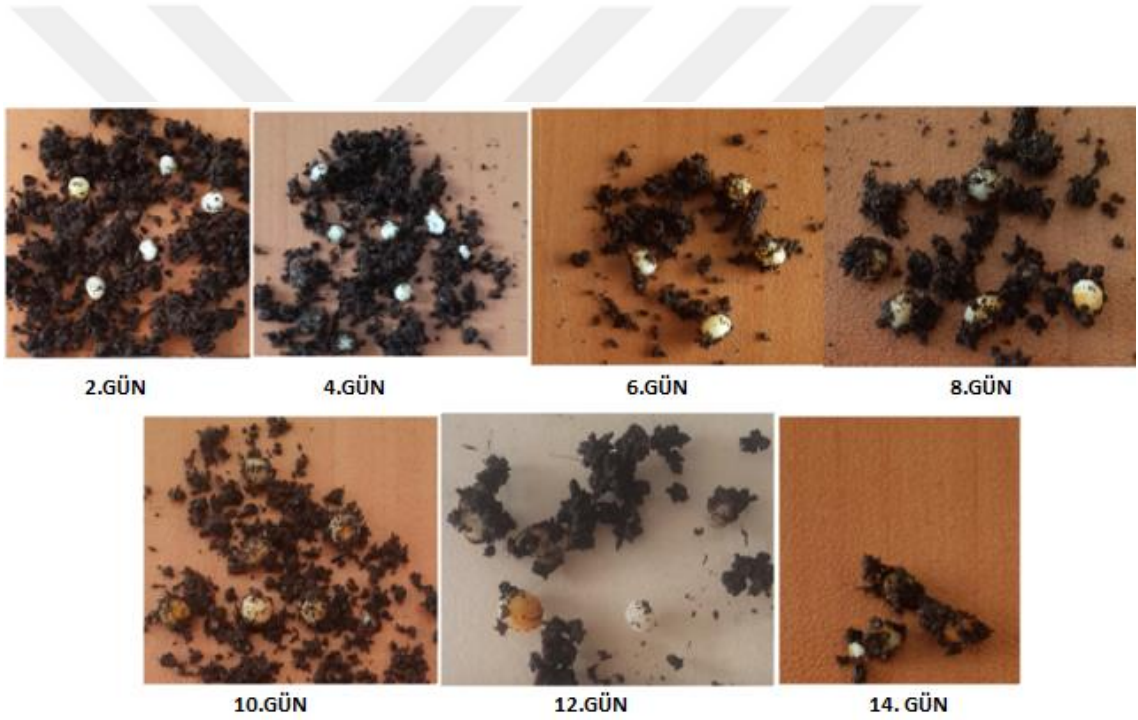
Şekil 4.1. Buğday rizosfer bölgesinden izole edilen bakteri izolatlarından birinin besi ortamındaki genel görünümü



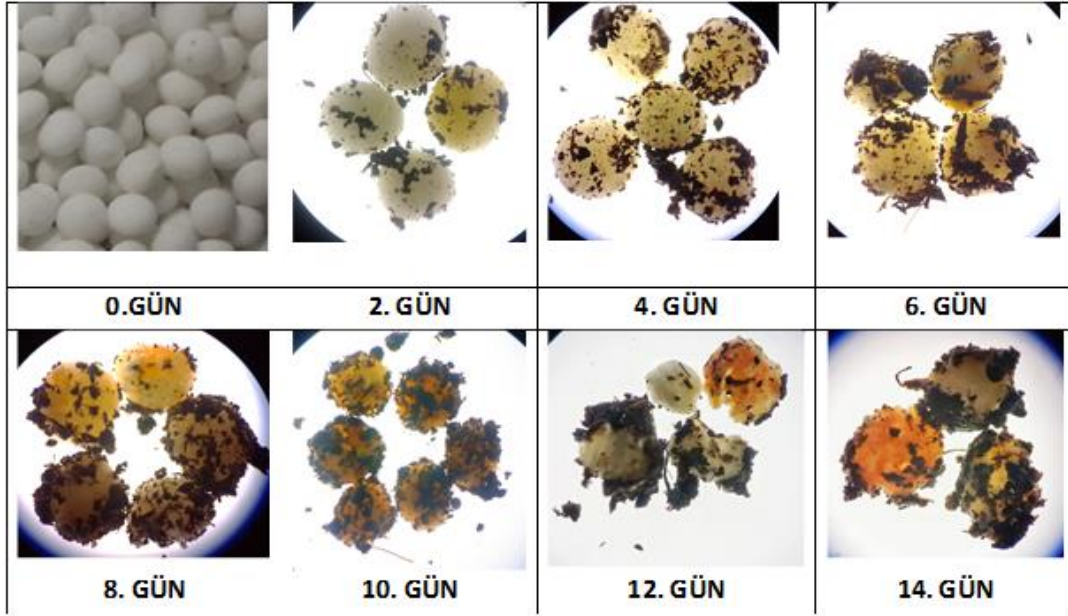
Şekil 4.2. İmmobilize bakteri beadlerinin görünümü

4.2. İmmobilize Bakteri Gruplarının (Beadlerin) Çözünme Gücü

Arazi denemelerinde kullanılan bakteri beadlerinin çözünme gücü öğrenmek istenmiştir. Bunun için vermikomposta ekilen beadlerin çözünmeleri gözlenmiştir. Her iki günde bir kaptan beadler alınıp hem çıplak gözle (Şekil 4.3) hemde mikroskopla (Şekil 4.4) incelenmiştir. 14. günde beadlerin tamamen çözüldüğü görüldüğü kadar bu işleme devam edilmiştir. Buna dayanarak çalışmamızda kullandığımız immobilize bakteri beadlerinden toprağa ekimden 14 gün sonra çözülmüştür. Çözünmeden sonra barındırdığı bakterileri de salacağı anlaşılmıştır. Çalışmada kullanılan beadlerden salınan bakterilerin de bitki rizosferine dağılmıştır.



Şekil 4.3. İmmobilize bakteri beadlerinin vermikompostta çözünme gücünün çıplak gözle görünümü



Şekil 4.4. İmmobilize bakteri beadlerinin vermikompostta çözünme gücünün mikroskopta görünümü

4.3. İmmobilize Bakteri Gruplarının (Beadlerin) Buğday Gelişimine Etkisi

4.3.1. Yaprak Ayası

Tarladan sökülen buğdaylar laboratuvara getirilip kökleri yıkandı. Ardından rastgele seçilen dört adet yaprağın ayası cetvel yardımıyla tek tek ölçülüp değerler not edildi. Farklı olarak gördüğümüz beadler kontrole kıyaslanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Bu gelişim parametresinde en etkili olan bead grubu kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. İmmobilize bakteri beadlerinin buğday yaprak ayası (cm) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%)

BEAD ADI	YAPRAK AYASI (cm)					
	1	2	3	4	ortalama	%
Şİ-36	1,3	1,2	1,1	1,4	1,25	51.515
Şİ-37	1	1	1,1	1	1,025	24.242
Şİ-38	1,2	1,4	1,2	1,1	1,225	48.484
F3	1	1,2	1,4	1,1	1,175	42.424
F4	1,5	1,5	1,4	1,2	1,4	69.696
F5	1,1	1,3	1,2	1	1,15	39.393
F6	1,4	1,5	1,2	1,1	1,3	57.575
KR-1	1,2	1,1	1,3	1	1,15	39.393
KR-2	0,6	1,2	1,4	1,1	1,075	30.303
KONTROL	1	1	0,6	0,7	0,825	0

4.3.2. Gövde Çapı

Tarladan sökülen buğdaylar laboratuvara getirilip kökleri yıkandı. Ardından rastgele seçilen dört adet buğday gövdesi (sapı) tek tek iple çevrelendi. İp cetvelle ölçülüp değerler not edildi. Farklı olarak gördüğümüz beadler kontrolle kıyaslanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Bu gelişim parametresinde en etkili olan bead grubu kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. İmmobilize bakteri beadlerinin buğday gövde çapı (cm) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%)

BEAD ADI	GÖVDE ÇAPI (cm)					
	1	2	3	4	ortalama	%
Şİ-36	2	2,2	2	2,1	2,075	22.058
Şİ-37	1,7	1,6	1,7	2	1,75	2.941
Şİ-38	2,2	2,4	2	1,9	2,125	25
F3	2,1	2	1,6	1,8	1,875	10.294
F4	1,8	2	2,3	2,4	2,125	25
F5	1,4	1,7	1,8	1,6	1,625	-4.411
F6	1,8	2,2	2,4	2,6	2,25	32.352
KR-1	2	1,9	1,6	1,8	1,825	7.352
KR-2	1,5	1,6	1,7	1,3	1,525	-10.294
KONTROL	1,7	1,8	2	1,3	1,7	0

4.3.3. Kardeşlenme Sayısı

Tarladan sökülen buğdaylar laboratuvara getirilip kökleri yıkandı. Ardından tek bir kökten çıkan kardeşler sayılıp not edildi. Farklı olarak gördüğümüz beadler kontrolle kıyaslanarak elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3’de gösterilmiştir. Bu gelişim parametresinde en etkili olan bead grubu kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. İmmobilize bakteri beadlerinin buğday kardeşlenme sayısı (adet) üzerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%)

BEAD ADI	KARDEŞLENME SAYISI	
	adet	%
Şİ-36	32	88.235
Şİ-37	26	52.941
Şİ-38	31	82.352
F3	10	-41.176
F4	18	5.882
F5	21	23.529
F6	23	35.294
KR-1	37	117.647
KR-2	17	0
KONTROL	17	0

4.3.4. Kök Uzunluğu

Tarladan sökülen buğdaylar laboratuvara getirilip kökleri yıkandı. Ardından kökler cetvelle tek tek ölçülüp değerler not edildi. Farklı olarak gördüğümüz beadler kontrolle kıyaslanarak elde edilen sonuçlar izelge 4.4’de gösterilmiştir. Bu gelişim parametresinde en etkili olan bead grubu kalın (bold) halde gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. İmmobilize bakteri beadlerinin buğdayın kök uzunluğu (cm) zerine etkisi ve kontrole göre yüzde etki değeri (%)

GRUP ADI	KÖK UZUNLUğU	
	cm	%
şİ-36	10	17.647
şİ-37	14	64.705
şİ-38	13	52.941
F3	9	5.882
F4	11,8	38.823
F5	13,5	58.823
F6	11,8	38.823
KR-1	12,5	47.058
KR-2	12,8	50.588
KONTROL	8,5	0

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada Tokat Merkeze bağlı Canpolat Köyü'nün tarım yapılmayan arazilerinden alınan *Gramineae* familyasının yabancı türlerinden olan yabancı buğdayın rizosferinden izole edilen bakteriler kullanılmıştır. Elde edilen bakteri izolatları önceden belirlenen grup haline getirilecek bakteri sayısına göre gruplandırılarak immobilize edilmiştir. Daha sonra bakteri içeren bu beadler *Gramineae* familyasından buğday tohumuyla ekilmiş ve buğday gelişimi üzerine oluşturduğu etki incelenmiştir. Yaprak alanı, gövde (sap) çapı, kardeşlenme sayısı ve kök uzunluğu buğdayın gelişim parametreleri olarak kabul edilmiş ve değerlendirme ona göre yapılmıştır.

Çalışmamızda rizosferden izole edilen bakteri gruplarına herhangi bir tanılama işlemi yapılmamıştır. Çünkü elde edilen 227 bakteri izolatının ve laboratuvarında mevcut olan bakterilerin tanılanmasının oldukça maliyetli olacağı düşünülmüştür. Ancak yapılan birçok çalışmada buğday, mısır ve pirinç gibi birçok bitki rizosferinden izolasyon işlemi sonucunda genellikle *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Clostridium*, *Paenibacillus*, *Microbacterium*, *Exiguobacterium*, *Acinetobacter*, *Brevundimonas*, *Providencia* ve *Corynebacterium* cinslerine ait bakterilerin bulunduğu ve bu bakterilerin bitki gelişimini teşvik edici etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Dastager ve ark., 2010; Zamin ve ark., 2011; Rana ve ark., 2011; Shrivastava ve Kumar, 2013; Dinesh ve ark., 2014; Kumar ve Gera, 2014; Rawat ve Mushtaq, 2015). Eğer istenirse daha sonraki yapılabilecek olan çalışmalar için bu çalışma sonucu buğday gelişiminde en iyi etkiyi gerçekleştiren bakteri grubunun tanılanmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Aljinat beadlerde *Pseudomonas fluorescens*'ın 14 yıl hayatta kaldığı ve bakteri sayısının bitkilerin ekili kolonizasyonu için yeterli miktarda olduğu saptanmıştır (Power ve ark., 2011). Yapılan çalışmada immobilize bakteri beadlerinde 14 günlük çözünme süreci boyunca bakterileri hayatta tuttuğu düşünülmüş ve gelişim sonuçlarına bakıldığında bunun doğru bir kanı olduğuna varılmıştır. Ayrıca çözünme gücünün belirlenmesi için yapılan çalışmada vermikompost kullanıldığından toprağın nemine bağlı olarak çözünmenin 12-14 gün içinde gerçekleştiği düşünülmüştür.

Atar ve Kara (2017)'nin tarla koşullarında yaptığı çalışmada ekilen buğdayın çimlenmesinin ortalama 6.6 ile 10 gün arasında gerçekleştiği saptanmıştır. Kuru tarımsal preparatlardaki bakterilerin faaliyetlerini sadece tohum çimlenmesinden ve beadlerin ayrışmasından sonra ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir (Bashan ve ark., 2002). Bunlarda çalışmadaki aljinat beadlerin 14 günlük çözünme süreci bitiminin çimlenmeden sonraki döneme geldiği ve aljinat beadlerin içindeki bakterilerin bitki gelişim dönemine etki ettiğini göstermektedir. Çözünme sürecinden sonra parçalanan beadler bakterilerini buğdayın rizosferine dağıtmıştır.

Çalışmada immobilize bakteri beadlerinin çözünme gücünün incelenmesi aşamasında vermikompost kullanılmış bunun dışında buğdayın ekim işlemleri ilave gübre kullanılmadan sadece toprakta yapılmıştır. Son zamanlarda yaygın olarak kullanılması ve organik madde içeriğinin yüksek nedeniyle immobilize bakteri beadlerinin çözünme gücünün incelenmesi aşamasında vermikompost kullanılmıştır.

İmmobilize bakteri beadlerinin buğday gelişimine etkisine genel olarak bakıldığında yaprak ayasında seçilen 9 bead grubunun tamamının artışa sebep olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1). Bu artış kontrole göre %24.242-69.696 oranındadır. Gövde çapı ölçümlerinde seçilen 9 bead grubunun 7'sinin kontrole göre %2.941-32.352 oranında artışa sebep olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Kardeşlenme sayısı göz önünde bulundurulduğunda ise seçilen 9 bead grubunun 8'inin kontrol grubuna kıyasla %5.882-117.647 oranında artışa sebep olmuştur (Çizelge 4.3). Kök uzunluğunda ise seçilen 9 bead grubunun tamamının artışa sebep olduğu görülmüş ve kontrol grubuna kıyasla %5.882-64.705 oranında artış olmuştur (Çizelge 4.4).

Yaprak gelişiminde en etkili immobilize bakteri bead grubu %69.696 ile F4 olmuştur (Çizelge 4.1). Gövde gelişiminde en etkili bead grubu %32.352 ile F6 olmuştur (Çizelge 4.2). Kardeşlenme sayısında en etkili bead grubu ise kontrole göre %117.647 artışla KR-1 dir (Çizelge 4.3). Kök gelişimi üzerine en etkili bead grubu %64.705 ile Şİ-37 olmuştur (Çizelge 4.4). PGPR'lerin in vitro koşullarda buğday, mısır ve ayçiçeği gibi birçok bitkide tohum çimlenmesi, kök ve sürgün gelişimini arttırdığına yönelik birçok çalışma olmuştur (Gholami ve ark., 2009, Shaukat ve ark., 2006). Elde ettiğimiz sonuçlar yapılan bu çalışma ile paralellik taşımaktadır. Laboratuvarda var olup test edilen immobilize bakteri beadleri arasında F ve KR grupları belirli gelişim

parametrelerinde olumlu etki oluşturmuştur. Ancak verilere genel olarak bakıldığında rizosferden izole edilmiş bakterilerden oluşan immobilize bakteri beadlerinin (Şİ'lerin), test edilen diğer beadlere (F, KR, MG ve ET) göre buğday gelişiminde daha etkili olduğu görülmüştür. Bütün parametrelerde olumlu etki oluşturan bead grubu ise Şİ-38 olmuştur.

Bashan ve ark. (2002) yaptıkları çalışmaya göre bakteri içeren mikrobeadlerle buğday inokulasyonunda buğdayın uzunluğunda, kök ve yaprak ağırlığında deney yapılan diğer gruplara kıyasla artış görülmüştür. Sonuç olarak bakteri içeren mikrobeadlerle buğday inokulasyonunun buğday gelişimine olumlu etkisi olduğunu saptamışlardır. Yaptığımız çalışmada da immobilize bakteri beadlerinin kontrole göre buğdayın kök, yaprak, kardeşlenme ve gövde gelişimine olumlu etki oluşturduğu görülmüştür.

Mikrobead üretiminin küçük bir dezavantajı, tutuklama prosedüründe aljinat-kalsiyum kompleksinin bakteriyel hücre duvarı ile çapraz bağlanması nedeniyle çok sayıda bakteriyi öldürmesidir (Bashan, 1986b). Çalışmada bazı bead gruplarının buğday gelişiminde kontrole göre olumsuz etki oluşturmalarına sebep olan durumun tutuklama işlemi sırasında çapraz bağlanmaya bağlı bakteri ölümü olduğu düşünülmüştür. Ayrıca buğday gelişimindeki olumsuz etkinin ekilen tohum kalitesinin rastlantısal olarak kötü çıkma ihtimalide göz önünde bulundurulmuştur.

Buğday gelişim parametrelerinin hepsinde de olumlu etki gösteren immobilize bakteri bead grubunun Şİ-38 olduğu saptanmıştır. Daha sonra Şİ-38 grubunda yer alan bakterilerin çeşitli kombinasyonlarda ve koşullarda test edilmesi önerilmektedir. Böylece etkili bakteri belirlenebilir ve tanımlanması gerçekleştirilebilir.

Literatürde sınırlı yayınlanmış araştırmalara ve çalışmamızda elde ettiğimiz verilere dayanarak aljinatın taşıyıcı malzemelerin içinde en umut verici uygulamalardan biri olduğu görülmektedir. Bu konuya yönelik çalışmaların artırılarak aljinat bead uygulamasında görülebilecek muhtemel eksiklikleri en aza indirilmeye çalışılmalıdır. Uzun araştırma süreci sonrası belki de buğday gelişimine etkisi belirlenip, tanımlanan bakterinin sonraki aşamalarda aljinat beadlere immobilizasyonu ticari ürüne dönüştürülebilecektir.

Sonuç olarak çalışmada elde edilen veriler ışığında seçilecek olan bakteri izolatu ile yapılacak olan biyoformülasyon çalışmaları, tarla ve saksı denemeleri yardımıyla bu bakterinin biyogübre olarak kullanılabilirliği belirlenmiş olacaktır. Üretimde verimi ve kaliteyi arttırmak için çevreyi koruyan sürdürülebilir tarımda bu yöntemin geliştirilmesi ve kullanımı ile kimyasal gübrelerin uygulanması sıfıra indirilmese de önemli ölçüde azaltılmasında katkısı olacağı düşünülmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abbasi, M.K., Sharif, S., Kazmıl, M., Sultan, T. ve Aslam, M., 2011. Isolation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from Wheat Rhizosphere and Their Effect on Improving Growth, Yield and Nutrient Uptake of Plants. *Plant Biosystems*, 145(1), 159-168.
- Aehle, W., 2004. Enzymes in Industry-Production and Applications. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 79, 484.
- Akdoğan, H.A., 2010. Serbest ve İmmobilize Beyaz Çürükçül Funguslar ile Fluoren'in Biyodegradasyonu. (Doktora Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Aktaş, H., 2001. Önemli Hububat Hastalıkları ve Sürvey Yöntemleri. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayını, 74, Ankara.
- Aktaş, B., 2010. Kuru Koşullar için İslah Edilmiş Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Karakterizasyonu. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Alam, J., 2004. Improvement of Growth and Yield of Bread Wheat by Means of Chemical Manipulation under Glass House Conditions. (Master Degree Thesis), University of the Free State, Africa.
- Albayrak, B., 2015. Farklı Gübre Tiplerinin Bezelye (*Pisum sativum* L.)'nin Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Aliye, N., Fininsa, C. ve Hiskias, Y., 2008. Evaluation of Rhizosphere Bacterial Antagonists for Their Potential to Bioprotect Potato (*Solanum tuberosum*) Against Bacterial Wilt (*Ralstonia solanaceum*). *Biological Control*, 47, 282-288.
- Altın, N. ve Bora, T., 2005. Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterilerinin Genel Özellikleri ve Etkileri. *Anadolu: Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 15(2), 87-103.
- Anonim, 2013. Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi, www.tuik.gov.tr.
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu web sitesi, www.tuik.gov.tr.
- Antoun, H. ve Prevost, D., 2006. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*. 1-38.
- Arıca, M.Y., Arpa, Ç., Ergene, A., G., Bayramoğlu ve Genç, Ö., 2003. Ca-Alginate as a Supporter for Pb(II) and Zn(II) Biosorption with Immobilized *Phanerochaete chrysosporium*. *Carbohydrate Polymers*, 52, 167-174.
- Atar, B. ve Kara, B., 2017. Bazı Kışlık Buğday Çeşitlerinin Erken Fide Dönemindeki Gelişimleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 34-38.
- Avis, T.J., Gravel, V., Antoun, H., Tweddell, R.J., 2008. Multifaceted Beneficial Effects of Rhizosphere Microorganisms on Plant Health and Productivity. *Soil. Biol. Biochem.* 40, 1733-1740.
- Bashan, Y., 1986a. Migration of the Rhizosphere Bacteria *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens* Towards Wheat Roots in the Soil. *Journal of General Microbiology*, 132, 3407-3414.

- Bashan, Y., 1986b. Alginate Beads as Synthetic Inoculant Carriers for Slow Release of Bacteria That Affect Plant Growth. *Applied and Environmental Microbiology*, 51(5), 1089-1098.
- Bashan, Y., 1998. Inoculants of Plant Growth-Promoting Bacteria for Use in Agriculture. *Biotechnology Advances*, 16, 729-770.
- Bashan, Y., Gonzalez, L.E., 1999. Long-Term Survival of the Plant-Growth Promoting Bacteria *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens* in Dry Alginate Inoculant. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 51, 262-266.
- Bashan, Y., Hernandez, J.P., Leyva, L.A. ve Bacilio, M., 2002. Alginate Microbeads as Inoculant Carriers for Plant Growth-Promoting Bacteria. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 359-368.
- Bashan, Y., de-Bashan, L.E, Prabhu, S.R. ve Hernandez, J.P., 2014. Advances in Plant Growth-Promoting Bacterial Inoculant Technology: Formulations and Practical Perspectives (1998–2013). *Plant Soil*, 378, 1-33.
- Bashan, Y. ve de-Bashan, L.E., 2016. Encapsulated Formulations for Microorganisms in Agriculture and the Environment. *Bioencapsulation Research Group*, 4-5.
- Bayrak, D. ve Ökmen, G., 2014. Bitki Gelişimini Uyaran Kök Bakterileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1): 1-13.
- Bayramoğlu Z. ve Gündoğmuş E., 2010. Kurak İklim Bölgelerinde Organik Tarım ve Geleceği: Konya İli Örneği. *International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems*, Cyprus.
- Bloemberg, G.V. ve Lugtenberg, B.J.J., 2001. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. *Current Opinion in Plant Biotechnology*, 4, 343-350.
- Bøckman, O.C., 1997. Fertilizers and Biological Nitrogen Fixation as Sources of Plant Nutrients: Perspectives for Future Agriculture. *Plant Soil*, 194, 11-14.
- Bolat, G., 2016. Pestisit Tayini için Elektrokimyasal Nanosensörlerin Hazırlanması ve Uygulamaları. (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bora, T. ve Özaktan, H., 1998. Bitki Hastalıkları ile Biyolojik Savaş. *Prizma Matbaası*, 95, İzmir.
- Bucke, C., ve Brown, D.E., 1983. Immobilized cells [and Discussion]. *Phylosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 300 (1100), 396-389.
- Burdman, S., Jurkevitch, E. ve Okon Y., 2000. Recent Advances in the Use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Agriculture. In *Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry*, 10(2), 29-250.
- Carletti, S., 2000. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Plant Micropropagation. *Proceedings of the 5th International Conference Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, Brasil.
- Cassidy, M. B., Lee, H. ve Trevors, J., 1996. Environmental applications of immobilized microbial cells: A review. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 16(2), 79-101.
- Chen, J.U., Jacobson, L. M., Handelsman, J. ve Goodman, R. M., 1996. Compatibility of Systemic Acquired Resistance and Microbial Biocontrol for Suppression of Plant Disease in a Laboratory Assay. *Mol. Ecol.*, 5, 73-80.
- Chhetham, P. S. J., Garrett, C. ve Clark, J., 1985. Isomaltulose Production Using Immobilized Cells. *Biotechnology and Bioengineering*, 27, 471-481.

- Curtis, B.C., Macpherson, H.G. ve Rajaram, S., 2002. Bread Wheat Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 554p, Italy.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. ve Şahin, F., 2006. Growth Promotion of Plants by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria under Greenhouse and Two Different Field Soil Conditions. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 1482-1487.
- Çelikten, M., 2016. Buğday Kök Bölgesinden İzole Edilen Bakterilerin Buğday Gelişimine Olan Etkinliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Dastager, S.G., Kumaran D.C. ve Pandey A., 2010. Characterization of Plant Growth-Promoting Rhizobacterium *Exiguobacterium* NII-0906 for Its Growth Promotion of Cowpea (*Vigna unguiculata*). *Biologia Section Cellular and Molecular Biology*, 65(2), 197-203.
- De Gregorio, P.R., Michavila, G., Muller, L.R., de Souza Borges, C., Pomares, M.F., de Sa, E.L., Pereira, C. ve Vincent, P.A., 2017. Beneficial Rhizobacteria Immobilized in Nanofibers for Potential Application as Soybean Seed Bioinoculants. *PLoS One*, 12(5).
- Diaz-Zorita, M., ve Fernandez-Canigia M., 2009. Field Performance of a Liquid Formulation of Azospirillum Brasilense on Dryland Wheat Productivity. *European Journal of Soil Biology*, 45(1), 3-11.
- Dinesh, R., Anandaraj, M., Kumar, A., Subila, K.P., Bini, Y. K. ve Aravind, R., 2014. Native Multi-Trait Rhizobacteria Promote Growth and Suppress Foot Rot in Black Pepper. *Journal of Spices and Aromatic Crops Vol. 23 (2)*, 156–163 .
- Dong, B., Sang, W.L., Jiang, X., Zhou, J.M., Kong, F.X., Hu, W. ve Wang, L.S., 2002. Effects of Aluminum on Physiological Metabolism and Antioxidant System of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Chemosphere*, 47, 87-92.
- Egamberdiyeva, D. ve Höflich, G., 2004. Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria on Growth and Nutrient Uptake of Cotton and Pea in a Semi-Arid Region of Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*, 56, 293-301.
- Ekici, M., Yıldırım, E. ve Kotan, R., 2015. Bazı Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilerin Brokoli (*Brassica Oleraceae* L.) Fide Gelişimi ve Fide Kalitesi Üzerine Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 53-59.
- Elakkiya, M., Prabhakaran, D. ve Thirumarimurugan, M., 2016. Methods of Cell Immobilization and Its Applications. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5429-5433.
- Elkahlout, K., 2011. Phototrophic Hydrogen Production by Agar-Immobilized *Rhodobacter capsulatus*. (Ph. D. Thesis), Middle East Technical University, Ankara.
- Fuentes-Ramirez, E.L. ve Caballero-Mellado, J., 2006. Bacterial Biofertilizers. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui, 143-172, Springer, The Netherlands.
- Gholami, A., Shahsavani, S. ve Nezarat, S., 2009. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Germination, Seedling Growth and Yield of Maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, 19-24.
- Günay, A., 1983. *Sebzeçilik* Cilt II. Çağ Matbaası, 242s, Ankara.
- Hu, J., 1986. Immobilization of Cells Containing Glucose Isomerase Using a Multifunctional Cross-Linking Reagent. *Biotechnology Letters*, 8(2), 127-130.

- Illanes, A., 2008. Enzyme Biocatalysis, Principles and Applications, Springer, 391, Dordrecht.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M., Yakışır, E. ve Okur, O., 2014. Bitkisel Üretimde Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve Etki Mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi, 2(12), 1-19.
- Jha, B., Thakur, M. C., Gontia, I., Albrechtb, V., Stoffelsb, M., Schmidb, M. ve Hartmannb, A., 2009. Isolation, Partial Identification and Application of Diazotrophic Rhizobacteria from Traditional Indian Rice Cultivars. European Journal of Soil Biology, 45, 62-72.
- Karakurt, H., 2006. Bazı Bakteri Irklarının Elmada Meyve Tutumu, Meyve Özellikleri ve Bitki Gelişmesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karakurt, H., Kotan R., Dadaşoğlu, F., Aslantaş, R. ve Şahin, F., 2011. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Fruit Set, Pomological and Chemical Characteristics, Color Values, and Vegetative Growth of Sour Cherry (*Prunus cerasus* cv. Kütahya). Turkish Journal of Biology, 35, 283-291.
- Karaman, M. R. ve Turan M., 2012. Bitki Beslemede Sürdürülebilir Yönetim Stratejisi ve Gübre Etkinlik Parametreleri. Toprak Su Dergisi, 1(1), 15-21.
- Kazan, T. ve Doğan, D., 2005. Pehlivan Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum*. var. *aestivum*. L.) Çeşidinde Ekim Zamanı Ve Ekim Sıklığı Üzerine Araştırma. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 64.
- Kloepper, J.W., Schroth, M.N. ve Miller, T.D., 1980. Effects of Rhizosphere Colonization by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Potato Plant Development and Yield. Phytopathology, 70, 1078-1082.
- Kucharski, J., Cieccko, Z., Niewolak, T. ve Niklewska-Larska, T., 1996. Activity of Microorganisms in Soil of Different Agricultural Usefulness Complexes Fertilized with Mineral Nitrogen. Acta Acad. Agric. Tech. 62, 25-35.
- Kumar, A., Prakash, A. ve Johri B.N., 2011. Bacillus as PGPR. Bacteria in Agrobiolology: Crop Ecosystems, 37-59.
- Kün, E., 1988. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları. No:1032, 322s, Ankara.
- Leonard, W.H. ve Martin, J.H., 1963. Cereal Crops. MacMillan Publishing, 449-603p, NewYork, USA.
- Madene, A., Jacquot, M., Scher, J. ve Desobry, S., 2006. Flavour Encapsulation and Controlled Release-A Review. International Journal of Science and Technology, 41, 1-21.
- McMillan, S., 2007. Promoting Growth with PGPR. The Canadian Organic Grower, 32-34.
- Mou, G., Lim, K., ve Shen, P., 1991. Microbial Agents for Decolorization of Dye Wastewater. Biotechnology Advances, 9, 613-622.
- Nussinovitch, A., 2010. Polymer Macro and Micro-Gel Beads: Fundamentals and Applications. Springer, 303, Berlin.
- Öğüt, M., Er, F. ve Kandemir, N., 2008. Tokat Yöresi Topraklarından İzole Edilen *Azospirillum* Suşlarının Morfolojik Özellikleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22 (45), 66-73.
- Özaydın, T., 2001. Bazı Buğday (*Triticum spp.*) Çeşitlerinin Alüminyuma Karşı Toleranslarının Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Özbay, N., Demirkıran, A. ve Ergun, M., 2015. Mikrobiyal Gübre (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Uygulamasının Marulda Çimlenme, Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi, Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize/Pazar.
- Öztekin, G., Tüzel, Y. ve Ece, M., 2015. Azot Tutucu Bakteri Kullanımının Sera Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 21-27.
- Ping, L. ve Boland, W., 2004. Signals from the Underground: Bacterial Volatiles Promote Growth in *Arabidopsis*. Trends in Plant Science, 9(6), 263-266.
- Piromyong, P., Buranabanyat, B., Tantasawat, P., Tittabutr, P., Boonkerd, N. ve Teamroong, N., 2011. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Inoculation on Microbial Community Structure in Rhizosphere of Forage Corn Cultivated in Thailand. European Journal of Soil Biology, 47 (1), 44-54.
- Power, B., Liu, X., Germaine, K.J., Ryan, D., Brazil, D. ve Dowling, D.N., 2011. Alginate Beads as a Storage, Delivery and Containment System for Genetically Modified PCB Degradation and PCB Biosensor Derivatives of *Pseudomonas fluorescens* F113. Journal of Applied Microbiology, 110(5), 1351-1358.
- Rana, A., Saharan, B., Joshi, M., Prasanna, R., Kumar, K. ve Nain, L., 2011. Identification of Multi-Trait PGPR Isolates and Evaluating Their Potential as Inoculants for Wheat. Annals of Microbiology, 61, 893-900.
- Rawat, S. ve Mushtaq, A., 2015. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, a Formula for Sustainable Agriculture: A review. Asian Journal of Plant Science and Research, 5(4), 43-46.
- Ruggieri, M.R., Hanno, P.M. ve Levin, R.M., 1986. *Escherichia coli* Adherence to Anion Exchange Resin. in Vitro Model for Initial Screening of Potential Antiadherence Agents. Urology, 27(4), 343-348.
- Saber, M.S.M., 2001. Clean Biotechnology for Sustainable Farming. Eng. Life Sci., 1, 217-223.
- Schoebitz, M., Ribaudó, C., Pardo, M., Cantore, M., Ciampi, L., ve Cura, J.A., 2009. Plant Growth Promoting Properties of a Strain of *Enterobacter ludwigii* Isolated From *Lolium perenne* Rhizosphere. Soil Biology Biochemistry, 41, 1768-1774.
- Schoebitz, M., Simonin, H. ve Poncelet, D., 2012. Starch Filler and Osmoprotectants Improve the Survival of Rhizobacteria in Dried Alginate Beads. Journal of Microencapsulation, 29, 532-538.
- Schoebitz, M., López, M. ve Roldán, A., 2013a. Bioencapsulation of Microbial Inoculants for Better Soil-Plant Fertilization: A Review. Agronomy for Sustainable Development, 33, 751-765.
- Schoebitz, M., Ceballos, C. ve Ciamp, L., 2013b. Effect Of Immobilized Phosphate Solubilizing Bacteria on Wheat Growth and Phosphate Uptake. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13 (1), 1-10.
- Schoebitz, M. ve Lopez, M.D., 2016. Immobilization of Soil-Beneficial Microorganisms. Bioencapsulation Research Group, 10-11.
- Sevgican, A., 2003. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Genişletilmiş 2. basım Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayınları, No: 526, İzmir.
- Shaukat, K., Affrasayab, S., ve Hasnain, S., 2006. Growth Responses of *Helianthus annuus* to Plant Growth Promoting Rhizobacteria Used as a Biofertilizer. Journal of Agricultural Research, 1(6), 573-581.
- Shrivastava, U. P. and Kumar, A., 2013. Characterization and Optimization of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate Deaminase (ACCD) Activity in Different

- Rhizospheric PGPR Along with *Microbacterium sp.* Strain ECI-12A. Int J Appl Sci Biotechnol, Vol., 1(1), 11-15.
- Sivakumar, P., Parthasarathi, R. ve Lakshmipriya, V., 2014. Encapsulation of Plant Growth Promoting Inoculant in Bacterial Alginate Beads Enriched with Humic Acid. International Journal of Current Microbiology and Applied Science, 3(6), 415-422.
- Song, H.G. ve Kwon, S.T., 2014. Effects on Tomato Growth and Soil Bacterial Community by Application of *Arthrobacter woluwensis* ED Immobilized in Alginate Beads. Korean Journal of Microbiology 50(1), 40-45.
- Strand, B., Bræk, G. ve Smidsrød, O., 2000. Alginate as Immobilization Matrix for Cells. Minerva Biotechnologica, 12, 223-233.
- Szekeres, A., 2006. Echophysiological and Molecular Investigation of *Trichoderma* Strains Isolated from Winter Wheat Rhizosphere. Acta Biologica Szeged, 49, 61s.
- Temel, A., 2006. Yr10 Buğday (*Triticum aestivum* L.) Sarı Pas (*Puccinia striiformis*) Dayanıklılık Geninin Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Taranması. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tilak, K.V.B.R., Ranganayaki, N., Pal, K.K., De, R., Saxena, A.K., Shekhar Nautiyal, C., Mittal, S., Tripathi, A.K. ve Johri, B.N., 2005. Diversity of Plant Growth and Soil Health Supporting Bacteria. Current Science, 89(1), 136-150.
- Trivedi, P. ve Pandey, A., 2008. Recovery of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria from Sodium Alginate Beads After 3 Years Following Storage at 4 °C. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 35, 205-209.
- Vessey, J.K., 2003. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. Plant and Soil, 255, 571-586.
- Wu, Z., Guo, L., Qin, S. ve Li, C., 2012. Encapsulation of R. Planticola Rs-2 from Alginate-Starch-Bentonite and Its Controlled Release and Swelling Behavior under Simulated Soil Conditions. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 39, 317-327.
- Wu, Z., Guo, L., Zhao, Y., ve Li, C., 2014. Effect of Free and Encapsulated *Raoultella planticola* Rs-2 on Cotton Growth Promotion under Salt Stress. Journal of Plant Nutrition, 37, 1187-1201.
- Yılmaz, E., 2005. Topraksız Ortama Arbusküler Mikoriza Aşılamanın Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkileri, (Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Young, C., Rekha P.D., Lai, W.A. ve Arun, A.B., 2006. Encapsulation of Plant Growth-Promoting Bacteria in Alginate Beads Enriched with Humic Acid. Biotechnology and Bioengineering, 95(1), 76-83.
- Yürür, N., 1998. Serin İklim Tahılları(Tahıllar-I). Uludağ Üniversitesi Basım evi, Yayın No:7-035-0295, 250s, Bursa.
- Zamin, R., Farokh, Sachdev, D., Kazemi-Pour, N., Engineer, A., Pardesi, K. R Zinjarde, S., Dhakephalkar, P.K. ve Chopade B.A., 2011. Characterization of Plant-Growth-Promoting Traits of Acinetobacter Species Isolated from Rhizosphere of Pennisetum glaucum. J. Microbiol. Biotechnol. 21(6), 556–566.
- Zengin, M., 2007. Organik Tarım. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 136s, İstanbul.

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Şule İNİŞ

Doğum Yeri: Mersin

Doğum Yılı: 1991

Email: sule.inis42@gmail.com

Eğitim Bilgileri

2015-2018	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yüksek Lisans, Biyomühendislik
2011-2015	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisans, Biyomühendislik
2006-2010	Mehmet Serttaş Anadolu Lisesi, Mersin

Stajlar

Erciyes Üniversitesi Genom ve Kök Hücre Merkezi

Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi
(MEITAM)

Yabancı Dil

İngilizce

Projeler

2016-2017 BAP 2016/58 nolu Yüksek Lisans Tez Projesi

Yayınlar

Balci Yuce, H., Tulu, F., Karaman, I. ve Inis, S., 2017. Growth Behavior of *Eikenella corrodens* and *Streptococcus gordonii* in Response to a Short Chain Fatty Acid Metabolite-Acetic Acid. Journal of Turgut Ozal Medical Center, 24(4): 396-400. doi: 10.5455/jtomc.2017.04.057

Sertifikalar

KOSGEB Destekli Girişimcilik Sertifikası, 2017

TÜBİTAK Destekli Girişimcilik Sertifikası, 2017

Protein Kromatografisi ve Yeni Nesil Polimerik Sistemler Katılım Sertifikası, 2016

II. Biyomühendislik Öğrenci Kongresi ve 11. Biyomühendislik Günleri Katılım Sertifikası, 2014

I. Biyomühendislik Öğrenci Kongresi Katılım Sertifikası, 2013

BioMed2012 Katılım Sertifikası, 2012

Referanslar

Prof. Dr. İsa KARAMAN (Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü)

isa.karaman@gop.edu.tr

(0356) 252 1620-2832