



**BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN KÖK
BAKTERİLERİNİN (PGPR)
KIVIRCIK MARUL (*Lactuca sativa* var. *crispa*)
YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ**

Ömer ALPAGO
Yüksek Lisans Tezi

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ
Ortak Danışman: Prof. Dr. İrfan ÇORUH
2019

T.C.
IĞDIR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN KÖK BAKTERİLERİNİN (PGPR)
KIVIRCIK MARUL (*Lactuca sativa* var. *crispa*)
YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

Ömer ALPAGO

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

IĞDIR
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

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

Ömer ALPAGO



Bu çalışma Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:2019-FBE-L08

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

ÖZET

BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN KÖK BAKTERİLERİNİN (PGPR) KIVIRCIK MARUL (*Lactuca sativa* var. *crispa*) YETİŞTİRİCİLİĞİNE ETKİSİ

ALPAGO, Ömer

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

1. Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ

2. Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

Kasım 2019, 41 sayfa

Yapılan bu çalışmada, azot fiksasyon ve fosfat çözme özelliği tespit edilen SK4 *Herbaspirillum huttiense*, YÖ19 *Virgibacillus pantothenticus*, SB29 *Brevibacillus parabrevis* strainlerinin BT Şamba kıvırcık marul üzerindeki etkisi petri ve tarla denemelerinde test edilmiştir. Marul bitkisinde 3 farklı bakteri uygulaması, bunların karışımı olan mix, gübre ve negatif kontrol olmak üzere 6 uygulamanın etkisi incelenmiştir. *In vitro* ortamda bakteri uygulamalarının ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı özellikleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. *In vivo* ortamda ise uygulamaların negatif kontrolden iyi sonuç verdiği, bakteri uygulamalarının ise önemli olduğu fakat incelenen parametreler arasında strainlere bağlı olarak sonuçların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak uygulamaların bitki ağırlığı, bitki çapı, bitki boyu, gövde çapı, kök ağırlığı, yaprak sayısı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök kuru madde oranı, bitki kuru ağırlığı ve ham protein oranı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri, Kıvırcık Marul, Verim

ABSTRACT

THE EFFECT OF PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA ON CURLY (*Lactuca sativa* var. *crispa*) LETTUCE PRODUCTION

ALPAGO, Ömer

Master Thesis, Plant Protection Main Discipline

1st Thesis Adviser: Assist. Prof. Dr. Mesude Figen DÖNMEZ

2nd Thesis Adviser: Prof. Dr. İrfan ÇORUH

November. 2019, 41 pages

In this study, the effect of SK4 *Herbaspirillum huttiense*, YÖ19 *Virgibacillus pantothenicus*, SB29 *Brevibacillus parabrevis* strains whose nitrogen fixation and phosphate dissolution were determined on BT Shamba curly lettuce was tested in petri and field experiments. It was performed 6 application as three different bacteria, mix of these bacteria, fertilizer and negative control on the lettuce plant. *In vitro*, bacterial applications were found to be effective on the average germination time and germination rate characteristics. It was observed that applications showed better results than the negative control and, the bacterial applications was significant, but the results of parameters were differed according to strains. Generally, It was determined that applications were effective on the plant weight, plant diameter, plant height, stem diameter, root weight, number of leaves, root age weight, root dry weight, root dry matter ratio, plant dry weight and crude protein content.

Key words: Key words: Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), Curly Lettuce, Yield

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzde bitkisel üretimde rastgele kimyasal gübre ve pestisit kullanımı toprak sağlığının bozulmasına, çevre kirlenmesine, patojen ve zararlı popülasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Tarımda kullanılan kimyasalların aşırı miktarda kullanımı ile tarımda sürdürülebilirlik malesef sağlanamamaktadır. Tarımsal ekosistemlerde birçok toksik ve tehlikeli kimyasal madde bulunmakta ve bunlar bitki, toprak, yeraltı suları ve gıdaların içine karışmaktadır. Tüm dünyada yeterli miktar ve kalitede gıda temininin, sömürücü ve kirletici tarımla sağlanamayacağı endişesi yaygınlaşmakta ve sonuç olarak sağlıklı bir tarım sistemi kaçınılmaz olmaktadır. Son yıllarda faydalı mikroorganizmalardan yararlanılmaya başlamak için tarımda kimyasal kullanımı yerine biyolojik uygulamalardan faydalanma olanakları araştırılmış, bitkilerin biotik ve abiotik stres koşullarına dayanımını artırmak, bitki gelişimi ve verimini iyileştirmek hedeflenmiştir. Bu nedenlerden dolayı, günümüzde rizosferde doğal olarak oluşan ve bitki kökleri ile faydalı etkileşim içinde bulunan mikroorganizmaların önemi gittikçe artmaktadır. Bu mikroorganizmalar arasında, Bitki Gelişimini Artıran Kök Bakterileri gerek antagonistik etkileri gerekse bitki gelişimi ve veriminde artış sağlamaları nedeniyle önemli bir yere sahiptir.

Yüksek lisans tez çalışmamda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen çok kıymetli tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ'e, istatistiksel analizler kısmında bana yardım eden Sayın Prof. Dr. Ecevit EYDURAN ve Arş. Gör. İbrahim KADIRHANOĞULLARI hocama, protein analizinde yardım eden doktora öğrencisi Zir. Yük. Müh. Işıl TEMEL'e, çalışmalarım esnasında her zaman yanımda olan okul arkadaşım Zir. Yük. Müh. Fırat İNİK'e sonsuz minnetlerimi arz ederim. Ayrıca her an manen desteklerini hissettiğim çok değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Ömer ALPAGO

Kasım, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve METOT	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve cihazlar.....	10
3.1.2. Çalışmada kullanılan bitki materyali.....	10
3.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasal gübreler.....	11
3.1.4. Çalışmada kullanılan bakteri strainleri.....	11
3.1.5. Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltiler.....	11
3.1.6. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı.....	12
3.2. Metot.....	12
3.2.1. PGPR strainlerine ait solüsyonların hazırlanması.....	12
3.2.2. Çalışmada kullanılacak tohumların dezenfeksiyonu.....	13
3.2.3. Marul tohumlarının bakteri ile kaplanması.....	14
3.2.4. <i>In vitro</i> ortamda bakteri uygulamalarının tohum çimlenmesine etkisi...	15
3.2.5. Tarla denemesi	16
3.2.6. Hasat sonrası incelenen verim parametreleri.....	17
3.2.6.a. Bitki ağırlığı (g).....	17
3.2.6.b. Bitki çapı (cm)	18
3.2.6.c. Bitki boyu (cm).....	19
3.2.6.ç. Gövde çapı (mm)	19

3.2.6.d. Yaprak sayısı (adet)	20
3.2.6.e. Kök yaş ağırlığı (g)	20
3.2.6.f. Kök kuru ağırlığı (g)	21
3.2.6.g. Kök kuru madde oranı (%)	21
3.2.6.ğ. Bitki kuru ağırlığı (g)	22
3.2.6.h. Yaprak kuru madde oranı (%)	22
3.2.6.ı. Ham protein oranı (%)	23
3.2.6.i. Sonuçların analiz edilmesi.....	24
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	25
4.1. İklim Verileri.....	25
4.2. <i>In vitro</i> Ortamda Bakteri Uygulamalarının Tohum Çimlenmesine Etkisi ...	25
4.3. Bitki Ağırlığı (cm).....	26
4.4. Bitki Çapı (cm).....	27
4.5. Bitki Boyu (cm).....	27
4.6. Gövde Çapı (mm).....	28
4.7. Yaprak Sayısı (adet).....	28
4.8. Kök Yaş Ağırlığı (g).....	29
4.9. Kök Kuru Ağırlığı (g)	30
4.10. Kök Kuru Madde Oranı (%)	30
4.11. Bitki Kuru Ağırlığı (g)	31
4.12. Yaprak Kuru Madde Oranı (%)	31
4.13. Ham Protein Oranı (%)	32
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	42

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%.....	Yüzde
(SO ₄) ₂	Sülfat
°C.....	Santigrat derece
µl.....	Mikrolitre
Al ⁺³	Alüminyum
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
Ca ⁺²	Kalsiyum
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Kalsiyum fosfat
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CaCO.....	Kalsiyum karbonat
CO ₂	Karbondioksit
Da.....	Dekar
dH ₂ O.....	Distile su
dk.....	Dakika
Fe ⁺²	Demir
g.....	Gram
H ⁺	Hidrojen
H ₂ O.....	Su
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
KCl.....	Potasyum klorür
KNO ₃	Potasyum nitrat
KOH.....	Potasyum hidroksit
Mg.....	Miligram
MgSO ₄ ·7H ₂ O.....	Magnezyum sülfat heptahidrat
ml.....	Mililitre
N.....	Azot
N ₂	Azot gazı

NaCl	Sodyum klorür
NaNO₃	Sodyum nitrat
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NH₃	Amonyak
pv	Pathovar
s	Saniye
sa	Saat
sdH₂O	Steril distile su
sp	Tür
spp	Türler

Kısaltmalar

NK	Negatif kontrol
PGPR	Bitki büyümesini teşvik eden kök bakterileri
NA	Nutrient agar
MIX	Tüm bakterilerin karışımı
NB	Nutrient broth

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil.3.1. BT Şamba kıvırcık marul çeşidi.....	10
Şekil.3.2. Çalışmada kullanılan bakteri stok kültürleri	12
Şekil.3.3. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerinin NA'daki koloni gelişimi	13
Şekil.3.4. Tohumların dezenfeksiyonu	13
Şekil.3.5. Tohum kodlamasında kullanılan marul tohumları ve strainlere ait solüsyonlar	14
Şekil.3.6. Marul tohumlarının bakteri ile kaplanması	14
Şekil.3.7. <i>In vitro</i> ortamda tohum çimlenme testi	15
Şekil.3.8. (a) Viyollere ekilmiş tohumların çıkışı (b) Çıkış sonrası YÖ19 <i>Virgibacillus pantothenicus</i> straini uygulanmış marul bitkisi	16
Şekil.3.9. SB29 <i>Brevibacillus parabrevis</i> straini uygulanmış bitkiler.....	17
Şekil.3.10. Marul bitkisinin ağırlığının tartılması	18
Şekil.3.11. Bitki çapının ölçülmesi	18
Şekil.3.12. SB29 <i>Brevibacillus parabrevis</i> ile inokulasyon sonrası bitki boyunun ölçülmesi	19
Şekil.3.13. Marul bitkisinin gövde çapının belirlenmesi	20
Şekil.3.14. Marul bitkisinin kök yaş ağırlığının tartılması	20
Şekil.3.15. Marul bitkisinin etüvde kurutulması	21
Şekil.3.16. Bitki kuru ağırlıklarının hesaplanması	22
Şekil.3.17. Marul bitkisinin kuru yaprak ağırlık hesaplaması	23
Şekil.3.18. (a) Ham protein analizi yapılacak bitki örneklerinin tartılması (b) Titrasyon, (c) Yaş yakma (d) Destilasyon	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. Kıvırcık marulun Türkiye ve Iğdır ilindeki üretim miktarı	2
Çizelge 3.1. Bakteri strainlerine ait bazı bilgiler	11
Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü aylara ait bazı iklim verileri	25
Çizelge 4.2. Bakteri ve negatif kontrol uygulamalarının petri ortamında çimlenmeye etkisi	26
Çizelge 4.3. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki ağırlığına etkisi.....	26
Çizelge 4.4. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki çapına etkisi.....	27
Çizelge 4.5. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki boyuna etkisi	28
Çizelge 4.6. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının gövde çapına etkisi.....	28
Çizelge 4.7. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki yaprak sayısına etkisi.....	29
Çizelge 4.8. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kök yaş ağırlığına etkisi.....	29
Çizelge 4.9. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kök kuru ağırlığına etkisi.....	30
Çizelge 4.10. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kök kuru madde oranı üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.11. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi.....	31
Çizelge 4.12. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının yaprak kuru madde oranı üzerine etkisi	31
Çizelge 4.13. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki ham protein oranı üzerine etkisi.....	32

1.GİRİŞ

Sebzeler yoğun olarak üretilen ve tüketilen temel besin kaynaklarından birisidir. İnsan beslenmesi için vitamin ve mineral maddeler bakımından kullanılan sebzeler, direnci artırarak, çeşitli hastalıklara karşı vücudu korumaktadır (Akday ve ark., 2005; Yücel ve ark., 2009).

Ülkemiz iklimsel özelliği ve bitki örtüsü bakımından her mevsimde birçok sebzenin yetişmesine olanak sağladığından sebze üretimi ekonomide önemli bir yer tutmakta ve ülkemiz önemli üreticiler arasında bulunmaktadır (Şeniz, 1993; Sevgican ve ark., 2000).

Marul (*Lactuca sativa* L.) genel özellikleri itibarıyla ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilebilen tek yıllık serin iklim sebze türüdür. Salata grubu sebzeler içerisinde en çok tüketilen ve yılın tamamını da kolaylıkla bulunabilen bir sebzedir (Aybak, 2002).

Dünyada en fazla sebze üretiminin gerçekleştiği ilk üç ülke sırasıyla 540 milyon ton üretim ile Çin, 126 milyon ton üretim ile Hindistan ve 36 milyon ton üretim ile ABD' dir (FAO, 2017). Ülkemiz yaklaşık 30 milyon ton sebze üretimi ile dünyada 4. sırada yer almaktadır (TUİK, 2018).

Ülkemizde yetiştiriciliği en fazla olan sebze türleri, meyvesi için yetiştirilen sebzelerdir. Bunlar içerisinde en fazla üretilen sebze türü yaklaşık 12 milyon ton ile domatestir. Bununla birlikte toplam sebze üretimi içerisinde yapraklı sebze üretimi de önemli bir yer tutmaktadır. Yeşil yapraklı sebzeler içerisinde marul önemli bir potansiyele sahiptir. 2017 yılında 490 bin ton marul üretimi içerisinde, 95 bin dekarlık alanda 185 bin ton kıvırcık marul, 97 bin dekarlık alanda 223 bin ton göbekli marul ve 28 bin dekarlık alanda 82 bin ton aysberg marul üretimi yapılmıştır (Çizelge 1.1) (TUİK, 2018).

Çizelge 1.1. Kıvırcık marulun Türkiye ve Iğdır ilindeki üretim miktarı (TUİK, 2018)

Yıllar	Türkiye		Iğdır	
	Ekim Alanı (Da)	Üretim Miktarı (Ton)	Ekim Alanı (Da)	Üretim Miktarı (Ton)
2014	87,062	155,179	6	7
2015	87,522	157,981	12	16
2016	94,341	179,712	17	23
2017	95,385	185,070	19	39
2018	92437	187,658	19	45

Marul, *Asterales* (Papatyagiller) takımı, *Asteraceae* familyası, *Lactuca* cinsi içerisinde yer almaktadır (Günay, 2005). M.Ö. 4500 yılında Mısır'da ilk kez yetiştirilen marulun (Ryder, 1979) yabancı formları Kanarya Adalarında, Orta ve Güney Avrupa'da, Habeşistan ve Cezayir ile Mezopotamya'ya kadar uzanan Batı Asya, Kafkasya, Nepal ve Keşmir gibi Kuzey Hindistan bölgelerinde yetiştirildiği belirtilmektedir (Vural ve ark., 2000). Anavatanının Kuzey Afrika, Asya ve Avrupa ülkeleri olduğu bildirilmektedir. Asya ve Avrupa'da 2500 yıldan daha fazla bir geçmişe sahip olan marulun, tarım sektörü ve tıbbi alanlarda kullanımına uzun yıllardan beri yer verildiği bilinmektedir (Aybak, 2002).

Marul 15-20 cm uzayan, bir ana kök ve onun etrafında 20-30 cm genişlikte yayılan yan köklere sahip, yüzeysel köklü bir bitkidir. Marul pH isteği 5, 5-7 olduğunda iyi gelişmekte ve toprak tuzluluğuna ise orta derecede hassasiyet göstermektedir (Aybak 2002; Demir 2009). Marul soğuğa kısmen dayanıklıdır ve nemli hava koşullarına ihtiyaç duymaktadır. Maksimum gelişme sıcaklığı 27-30 °C, optimum gelişme sıcaklığı 15-18 °C ve minimum gelişme sıcaklığı 2-4 °C'dir (Thompson, 1957; Günay, 2005; Eşiyok, 2012). Tohumlarının çimlenmesi için optimum sıcaklık 15 °C'dir. Marulun vejetasyon süresinin kısa olması, ülkemizin her bölgesinde yetiştirilebilmesine imkan sağlamaktadır (Günay, 2005; Taşbaşı, 2013).

Serin iklim bitkisi olan marul, açıkta ve örtü altında yetiştirilebilmekte ve besleyici değerinin yüksek olmasından dolayı insanlar tarafından severek tüketilmektedir. 100 gram taze marulun; 13 cal enerji içerdiği ve %96'sının su olduğu

belirlenmiştir (Pierce, 1987; Ryder, 1979). Ayrıca, salatalarda yaygın olarak kullanılan marulun lif içeriği kadar, vitamin C ve polifenollerin oluşturduğu yüksek miktardaki antioksidan bileşikler ihtiva etmesi de önemini artırmaktadır (Serafini *et al.*, 2002; Nicolle *et al.*, 2004).

1960'lı yıllarda tarımsal üretimde verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak ayrıca patojenler, böcekler ile yabancı otların neden olduğu kayıpları azaltmak için, pestisitler ve gübreler gibi kimyasalları kullanmak, çok önemli bir gelişmeydi. Ne var ki, tarımda pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin kullanımının getirdiği yararların, insan sağlığı ve çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri de görmek kaçınılmaz olmuştur (Anonim, 2017).

Günümüzde tarımda bilinçsizce uygulanan kimyasal gübre ve pestisit kullanımı toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprağın verimi ve üretkenliğinin sınırlandırılmasına, çevre kirliliğine, zararlı ve patojen yoğunluğunun artmasına, çevre, gıda ve yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır. Tarımda pestisitlerin, hormonların, kimyasal gübrelerin kullanımının aşırı miktarda olması ile malesef tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Bu noktada, çevre ile dost biyolojik uygulamaların üretim sistemlerinde kullanılması ayrı bir önem taşımaktadır (Saber, 2001; Çakmakçı, 2005; Toprak, 2012).

Tarımsal üretimde biyolojik uygulamalar içerisinde önemli bir yere sahip olan PGPR'ler; rizosferde bulunan, bitki gelişimi üzerinde yararlı etki gösteren, bitkinin generatif ve vejetatif gelişimini artıran kök bakterileri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria -PGPR-) olarak adlandırılmaktadır (Altın ve Bora, 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalarda bitki büyümesini teşvik eden rhizobakteriler hem bitkilerde gelişmeyi uyarıcı olarak hem de biyolojik mücadele elemanı olarak kullanılmakta ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Nandakumar *et al.*, 2001; Ongena *et al.*, 2004; Ryu *et al.*, 2004; Jehtonen, 2009). PGPR'ler bitki köklerindeki mikroflora kompozisyonunu değiştirmesi, çeşitli stres faktörlerine karşı bitkiyi dirençli hale getirmesi, büyüme hormonları (indol asetik asit, etilen) üzerinde etkili olması, besin maddesi alımını artırması (siderofor üretimi, havadaki veya topraktaki serbest azotun bağlanması, toprakta fosfor ve diğer besin elementlerinin alımının sağlanması), kök gelişimini teşvik etmesi ve bunlara bağlı olarak bitki büyümesini ve gelişimini

arttırması gibi etkileriyle ön plana çıkmaktadır (Van Loon *et al.*, 1998; Asghar *et al.*, 2002; Vessey, 2003). Diğer taraftan belirtilen bu mikroorganizmalar antibiyosis, rekabet, hiperparazitizm, hipovirülens ve uyarılmış dayanıklılık gibi biyolojik mücadele mekanizmalarından bir veya birkaçını kullanarak hastalıklarla mücadelede verdiği başarılı sonuçlarla dikkati çekmektedir (Bora ve ark., 1994; Bora ve Özaktan, 1998; Cattelan *et al.*, 1999; Çakmakçı, 2005).

Dünyanın pek çok ülkesinde, bitki gelişimini artıran aynı zamanda biyokontrol elemanı olarak hastalıkları önleyen kök bakterileri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde PGPR bakterilerinin genel olarak *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* gibi cinslerde yer aldığı görülmektedir. Bu cinsler arasında özellikle *Pseudomonas* ve *Bacillus* türleri bitki gelişimini uyarıcı etkilerinin yanında patojenler açısından çok iyi antagonistik özelliklere sahip olmaları nedeniyle daha çok çalışan bakteriler grubundadır (Altın ve Bora, 2005; Compant *et al.*, 2005). Ayrıca ticari anlamda preparatların çoğunu *Bacillus* cinsine ait türlerinin oluşturduğu bildirilmektedir (Kloepper *et al.*, 2004). Bu cinsler içerisinde bulunan bakteriler bitkinin kök bölgesine yerleşerek toprak kaynaklı hastalık etmenlerinin gelişimini sınırlamaktadırlar (Montesinos, 2002; Compant *et al.*, 2005; Çakmakçı, 2005). PGPR'ler özellikle sağlıklı bitkiye inokule edildiğinde bitkinin sistemik dayanıklılığını harekete geçirmektedir (Kuc, 2001).

PGPR'lerin hem bitki gelişiminde gösterdikleri biyogübre aktiviteleri hem de biyolojik mücadelede rol oynayan antagonistik özellikleri ile bitki büyümesine sağladıkları olumlu katkıdan dolayı bu çalışmada kimyasal gübre kullanımı ile PGPR'lerin kıvırcık marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) yetiştiriciliğine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

PGPR'lerin etkileri farklı bitkilerde yapılan çok sayıda çalışma ile araştırılmıştır. PGPR'lerin doğrudan bitki gelişimini uyardıkları hakkında ilk çalışma Lifshitz *et al.*, (1987) tarafından kaydedilmiştir (Kloepper, 1993; Ashgar *et al.*, 2002). Araştırmacılar tarafından, *P. putida* GR12-2 straininin kolzayla inokulasyonunun kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve fosfor alımını artırdığını tespit edilmiştir.

Çakmakçı ve ark. (2007a), tarafından yapılan çalışmada arpa bitkisinin gelişimine *Bacillus* OSU-142, *Panibacillus polymyxa*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus* M-13, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas putida* ve *Rhodobacter capsulatus* strainlerinin etkisi araştırılmıştır. Bu strainlerin bazılarının indol asetik asit ürettiğini, bazılarının fosfat çözebildiğini ve tamamının azotu fiske edebildiğini belirten araştırmacılar, çalışma sonucunda arpanın kök uzunluğunda %17,9-32,1, gövde uzunluğunda ise %28,8-54,2 artış elde etmişlerdir. Ayrıca azotu çözebilen bakterilerin inokulasyonunun bitki tarafından demir, azot, mangan ve bakırın alımına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Şahin *et al.* (2004), tarafından şeker pancarı ve arpa üzerinde yapılan araştırmada azot fiske edici 2, fosfatı çözme yeteneğinde olan 1 *Bacillus* straini ve bunların kombinasyonları test edilmiştir. Çalışma sonucunda şeker pancarının kök gelişiminde ve arpanın veriminde, türe bağlı olarak azot bağlayan strainler tek uygulandığında %5,6-11, fosfat çözebilen strain tek uygulandığında %5,5-7,5, bunların ikili veya üçlü uygulamalarında ise %7,7-12,7'lik bir artış elde edilmiştir. Azot fosfat gübrelemesi kontrole oranla %20,7-25,9'luk bir üstünlük gösterirken araştırmacılar tarafından bakterilerin faydalı etkisinin çevresel şartlar, toprak ve bitki şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği öne sürülmüştür.

Tsavkelova *et al.* (2008), tarafından Rusya'da yapılan çalışmada farklı cinslere ait PGPR strainlerinin indol asetik asit üretimleri test edilmiş ve bu strainlerin yüksek miktarda oksin ürettikleri belirlenmiştir. Kullanılan strainlerin *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Chryseobacterium*, *Stenotrophomonas*, *Flavobacterium* ve *Agrobacterium* cinslerine ait türler olduğu, üretilen indol asetik asitin kök oluşumu ve büyümesinde önemli bir uyarıcı olduğu tespit edilmiştir.

PGPR'lerin değişik bitki türlerine uygulamasını içeren çalışmalara da sıklıkla rastlanmaktadır. Aslantaş ve ark., (2007) tarafından PGPR strainlerinin elma ağaçlarının verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada *Bacillus* OSU-142, *Burkholderia* OSU-7, *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* M-3 strainleri kullanılmış, bu strainlerin tamamının indol asetik asit ürettiği ve *Bacillus* OSU-142 hariç hepsinin fosfatı çözebildiği tespit edilmiştir. Kullanılan anaç, çeşit ve uygulamaya bağlı olarak meyve veriminde kontrollere nazaran önemli bir artış elde edilmiştir. Özellikle bir strainin yüksek miktarda sitokin ve oksin ürettiği ve bu strainin verimde önemli artışlara neden olduğu saptanmıştır.

PGPR'lerin farklı amaçlar doğrultusunda kullanımını örnekleyen çalışmalara da rastlanmaktadır. Arjantin'de yapılan bir çalışmada Banchio ve *et al.*, (2008) tarafından PGPR'lerin bitkisel yağlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. *Origanum majorana* L. bitkisinde yapılan çalışmada *P. flourescens*, *B. subtilis*, *Sinorhizobium meliloti* ve *Bradyrhizobium* sp. strainleri kullanılmış, çalışma sonucunda *P. flourescens* ve *Bradyrhizobium* sp. strainlerinin bitkisel yağ veriminin yanı sıra sürgün uzunluğu, sürgün ağırlığı, yaprak sayısı, nod sayısı ve kök kuru ağırlığı gibi değerlerde de kontrol ve diğer PGPR uygulamalarına nazaran önemli artışlar meydana getirdikleri ve bitkisel yağın yapısında herhangi bir dönüşüm olmadığı belirlenmiştir.

Çin'de yapılan farklı bir çalışmada ise Zhuang *et al.*, (2007) tarafından PGPR strainlerinin farklı bir kullanım alanından bahsedilmiştir. Fitoremedasyon adı verilen bu olgu kirlilik etmenlerinin çevreden uzaklaştırılmasını ifade etmektedir. Bitkinin remedasyonda tek başına yeterince verimli olmadığı *Azosipirillum lipoferum*, *Azosipirillum azosipirilla*, *Azosipirillum brasilense*, *Enterobacter cloacae*, *P. putida*, *P. flourescens* gibi PGPR'lerin uygulanması ile bitkinin remedasyon potansiyelinin genişletebileceği öne sürülmüştür.

PGPR strainlerinin biyolojik mücadele amacı ile kullanıldığı çalışmalara da sıklıkla rastlanmaktadır. Ji *et al.*, (2006) tarafından *P. syringe* pv. *tomato* ve *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın domateste neden oluşturdukları hastalıklara karşı PGPR strainleri ABD'de kurulan denemede test edilmiştir. Sonuç olarak bazı PGPR strainlerinin arazi şartlarında bu hastalıklara karşı bitkideki dayanıklılık mekanizmasını

tetikleri ve kök rizosferine ve yaprağa biyokontrol elemanı olarak uygulanan PGPR'lerin birlikte uygulanması durumunda daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Etiyopya'da yapılan çalışmada Aliye ve ark. (2008) tarafından *Ralstonia solanaceum*'un patatestede neden olduğu hastalığa karşı 112 PGPR straininin etkisi test edilmiştir. Seçilen 1 *Bacillus subtilis* ve 2 *Paenibacillus macerans* straininin hastalığı önemli derecede baskıladığı, bitki boyu ve ağırlığında kontrollere kıyasla önemli derecede artış sağladıkları bulunmuştur.

Cartieaux *et al.* (2008), tarafından Fransa'da yapılan çalışmada uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) mekanizmasından bahsedilmiş ve bu mekanizmanın PGPR strainler tarafından tetiklendiği belirtilmiştir. ISR mekanizmasının, PGPR strainlerince önceden kolonizasyonunun patojen saldırısı altındaki bitkide büyük ölçüde jasmonik asit ve etilen sentezinden sorumlu bir grup gen tarafından uyarıldığı ileri sürülmüştür.

Ramamoorthy *et al.* (2001), tarafından tohumlara uygulanan PGPR strainlerinin yol açtıkları yapısal ve biyokimyasal değişiklikler sonucunda salgılanan bazı protein ve kimyasal maddelerin bitkide savunma mekanizmasının bir parçası olduğu belirtilmiştir. Lipopolisakkaritler, sideroforlar ve salisilik asidin PGPR vasıtasıyla oluşan ISR'nin en önemli belirleyicileri olduğu, PGPR'lerin bazı patojen, nematod ve böcek zararlılarına karşı arazi şartlarında başarılı sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

P. agglomerans strain D5/23 ve *Klepsiella pneumoniae* strain CC12/12 bakterilerinin farklı buğday varyetelerinde toprak üstü ve toprak altı uygulanması sonucunda hem bakterilerin hücre gelişimlerine hem de bitkilerin gelişimi üzerine olan etkileri incelenmiş, *P. agglomerans*'ın hem fillosferde hem de rizosferde iyi kolonize olmasıyla bitki büyümesinde belirgin bir artışa sebep olduğu, *K. pneumoniae*'nin ise kök bölgesinde daha iyi kolonize olup bitkinin kök gelişimini artırdığı tespit edilmiştir (Remus *et al.* 2000).

B. megaterium M-3 bakterisi ile yapılan bir çalışmada ıspanak bitkisinde inokulasyon yapılmayanlara göre yaprak alanında ve kök, gövde yaş ağırlıklarıyla artış gözlenmiştir (Çakmakçı ve ark., 2009). Dilfuza (2007) tarafından yapılan bir araştırmada ise *Azospirillum brasilense* PGPR bakterisi ile inoküle edilen mısır bitkisinin kuru madde miktarının kontrole göre artış gösterdiği bildirilmiştir.

Ekici ve ark., (2015), PGPR'lerin brokoli fidesinin gelişimi ve fide kalitesi üzerinde etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, PGPR uygulamalarının kontrol uygulamasına göre fide boyunu %7,85, gövde çapını %42,56, yaprak kuru madde miktarını ise %41,98 oranlarına kadar artırdığı saptanmıştır. Araştırmada, PGPR uygulamalarının Na hariç, fide besin elementi içeriğini artırdığı belirlenmiştir.

Kök bakterilerinin baş salata fidelerinin gelişimine etkilerinin incelendiği bir çalışmada 6 farklı kök bakterisi straini (18/1K: *Pseudomonas putida*, 21/1K: *Enterobacter cloacae*, 62: *Serratia marcescens*, 70: *Pseudomonas fluorescens*, 66/3: *Bacillus* spp., 180: *Pseudomonas putida*), 2 farklı ticari preparat (*Bacillus amyloliquefaciens* FZB24, *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42) ve kontrol uygulaması ile karşılaştırılmış ve kök bakterilerinin baş salata fidelerinin toprak üstü aksamını ve kök gelişimini arttırmada etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Test edilen uygulamalar arasında ticari preparat *Bacillus amyloliquefaciens* FZB24 ile yerel strainlerin 66/3 (*Bacillus* spp.), 70 (*Pseudomonas fluorescens*) ve 18/1K (*Pseudomonas putida*)'nın baş salata fidelerinin gelişimini arttırmada en etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır (Kıdoğlu ve ark., 2007).

Gül ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada seçilen kök bakterilerinin (18/1K: *Pseudomonas putida*, 70: *Pseudomonas fluorescens*, 66/3: *Bacillus* spp.), perlit (inorganik-inert), klinoptilit (inorganik- katyon değişim kapasitesi yüksek) ve hindistan cevizi lifleri (organik) gibi farklı topraksız ortamlarda ve tarla koşullarında yetiştirilen baş salata bitkilerinin gelişimine etkisini belirlemek üzere; kök bakterilerinin kolonizasyonun substrata bağlı olarak değişebileceği, hindistan cevizi torfu ve klinoptilitin bu açıdan perlitten daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Kök bakterilerinin baş salata bitkilerinin gelişimi ve verimi üzerine etkisi topraksız ortamlarda önemli bulunmamışken tarla koşullarında kök bakterilerinin kontrole kıyasla baş salata verimini önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır. Kontrole kıyasla verim artışı 66/3'de %49,5 , 18/1K'de %37,8 ve 70'de %30,7 düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Malkoclu ve ark. (2016) tarafından organik marul üretiminde bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin etkilerinin incelendiği çalışmada, polietilen sera içerisinde PGPR strainlerinin tohum çimlenmesinde ve fide gelişiminde olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Mangmang *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada marul tohumları *Azospirillum brasilense*, *Herbaspirillum serpedicea* ve *Burkholderia phytofirmans* strainleri ile inokule edilmiştir. *B. phytofirmans* hariç diğer uygulamaların marulun çimlenme hızını artırdığı ve kök uzunluklarında %26 artış gösterdiği saptanmıştır.

Chou *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada PGPR ajanlarından *Bacillus subtilis* (GB03) straininin roka (*Eruca sativa*) gelişimini etkilediği, bitki ağırlığını ve uçucu yağ oranını artırdığı saptanmıştır.

Flores-Félix *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada fasulyeden (*Phaseolus vulgaris*) izole edilen PEPV16 adlı *Rhizobium leguminosarum* straininin *in vitro ortamda* bitki büyüme ve gelişme mekanizmaları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bu bakterilerin fosfat çözme özelliğinin olduğu, *Lactuca sativa* L. (marul) ve *Daucus carota* L. (havuç) köklerinde koloni oldukları görülmüş ve ayrıca PEPV16 straininin, her iki bitki türünün yenilebilir kısımlarında N ve P' nin alımını arttırdığı, marul ve havuç köklerinin kuru maddesini artırarak bitki büyümesini teşvik ettiği saptanmıştır.

Naikofi *et al.* (2017) tarafından yapılan çalışmada PGPR uygulamalarının kıvırcık marulda kök kuru ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve iki haftada bir kez yapılan PGPR uygulamaları ile en ağır marulun 253,71 g olarak tartıldığı saptanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan alet ve cihazlar

Çalışmada; otoklav (HIRAYAMA, HV-50L), çalkalayıcı (SATUART, ROTATOR SB3), manyetik karıştırıcı (WISESTIR, MSH-20A), inkübatör (MEMMERT, INB 500), derin dondurucu -80 °C (VESTEL, FT 280), steril kabin (ESCO, Class II Type A2), pH Metre (METTLER TOLADO), hassas terazi (SHIMADZU, ATX224, manyetik karıştırıcı (WISESTIR, MSH-20A) ve saf su cihazı (MILLIPORE, DIRECT-Q-3UV), azot – protein tayin cihazları (GERHARDT, Vapodest 30s) ve yaş yakma ünitesi (Gerhardt KT 8s KJELDATHERM) kullanılmıştır.

3.1.2 Çalışmada kullanılan bitki materyali

Çalışmada ticari ismi BT Şamba olan kıvırcık marul çeşidi kullanılmıştır. İlkbahar ve sonbahar ekimine uygun olup soğuğa dayanımı iyidir. Tohuma geç kalkan, koyu renkli yapraklara sahip olan ve baş ağırlığı 700-800 gram arasında değişen bir çeşittir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. BT Şamba kıvırcık marul çeşidi

3.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasal gübreler

Çalışmada GÜBRETAS (Gübre Fabrikaları Türk A. Ş.) firmasından temin edilen üre (15kg N/da) triple süper fosfat (10 kg P₂O₅/da) ve potasyum sülfat (20 kg K₂O/da) kullanılmıştır.

3.1.4. Çalışmada kullanılan bakteri strainleri

PGPR etkisini araştırmak üzere kullanılan bakteri strainleri Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji Laboratuvarında yer alan kültür koleksiyonundan seçilmiştir. Çalışmada kullanılan strainlere ait bazı bilgiler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bakteri strainlerine ait bazı bilgiler

Strain No	MIS Tanı Sonucu	N	K	Ca	P
SB29	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	K ⁺	-	-	K ⁺
YÖ19	<i>Virgibacillus pantothenticus</i>	K ⁺	-	-	K ⁺
SK4	<i>Brevibacillus parabrevis</i>	+	+	K ⁺	K ⁺

*N: Azot fikse eme özelliği, K: Potasyum çözme özelliği Ca: Kalsiyum çözme özelliği
P: Fosfor çözme özelliği, K⁺: Kuvvetli pozitif sonuç, +: Pozitif sonuç, -: Negatif sonuç

3.1.5 Çalışmada kullanılan besiyerleri ve çözeltiler

Çalışmada kullanılan çözeltilerin ve besiyerlerinin hazırlanış şekilleri aşağıdaki gibidir:

- **%70’lik etil alkol:** 70 ml etil alkolün hacmi steril distile su ile 100 ml’ye tamamlanarak hazırlanmıştır.
- **Nutrient agar:** 1 L distile su içerisine 28 gr nutrient agar (NA) karışımı (Oxoid) ilave edilmiştir. Besiyeri otoklavda 121 °C’de 15 dk steril edilmiştir. Otoklavdan çıkarıldıktan sonra hazırlanan besiyeri 45 °C’ye kadar soğutularak steril petrilere dökülmüş ve katılaşmaya bırakılmıştır.
- **Nutrient broth:** 1 L distile su içerisine 13 g nutrient broth (NB) içeriği (Oxoid) ilave edilmiştir. Besiyeri otoklavda 121 °C’de 15 dk steril edilmiştir.
- **NaOH çözeltisi:** 5 g NaOH tartılarak 100 ml saf suda çözülmüştür.
- **Borik asit solüsyonunun hazırlanması:** 120 gr borik asit 1L saf su içerisinde ısıtılarak tamamen çözülene kadar magnetik karıştırıcıda karıştırılmıştır ve sonra

çözelti soğutmaya bırakılmıştır. Soğuyan çözeltilerden erlenmayer içerisine 5 ml olacak şekilde aktararak hazırlanmıştır.

- **Titre asit çözeltisinin hazırlanması:** 2000 ml'lik büret şişesine 5,56 ml sülfirik asit konulmuş, ardından üzerine 1994,44 ml saf su ilave edilerek çözelti hazırlanmıştır.
- **Metil orange solüsyonunun hazırlanması:** İndikatör, 100 ml metil red ve 10 ml bromik yeşili 50 ml erlenin içine aktarıldıktan sonra karıştırılarak hazırlanmıştır.

3.1.6 Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı

Deneme İğdır merkeze bağlı Cumhuriyet mahallesinde açık alanda yürütülmüştür.

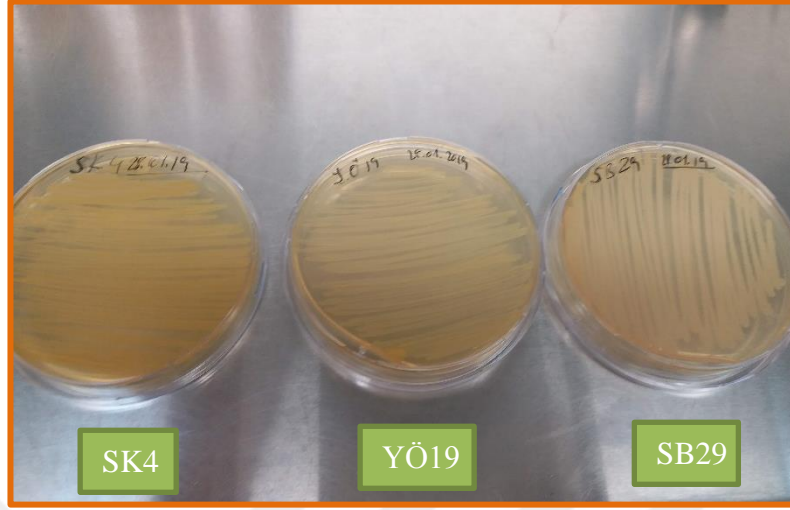
3.2. Metot

3.2.1. PGPR strainlerine ait solüsyonların hazırlanması

Seçilen bakteri strainleri -80 °C'de muhafaza edilen stok kültürlerinden NA besi ortamına çizgi ekimle inokule edilmiştir (Şekil 3.2, Şekil 3.3). Ekim yapılan petriler 48 saat süreyle 27 °C'ye ayarlı inkübatörde gelişmeleri için inkübasyona bırakılmış ve gelişen bakteri kültürlerinden bir loop alınarak NB besi ortamına aktarılmıştır. Bakteri inokulasyonu yapılan sıvı besiyerleri bir gece çalkalayıcıda 140 rpm'de inkübe edilmiştir. Elde edilen bakteri solüsyonunun konsantrasyonu sdH₂O ile 10⁷ cfu/ml olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan bakteri stok kültürleri



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerinin NA'daki koloni gelişimi

3.2.2. Çalışmada kullanılacak tohumların dezenfeksiyonu

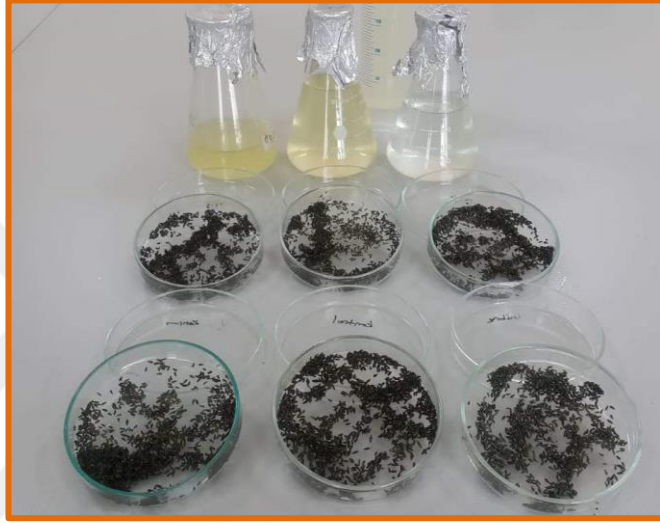
Marul çeşitlerine ait tohumlar %70 etil alkol içerisinde 5 dk bekletilmiş ve ardından sdH₂O ile yıkanmıştır. Daha sonra %5'lik NaOCl'de 3 dk tutulmuş ve süre sonunda tohumlar sdH₂O ile yıkatılmıştır. Dezenfeksiyon işlemi biten tohumlar süzülerek kuruması için kurutma kağıdına bırakılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Tohumların dezenfeksiyonu

3.2.3. Marul tohumlarının bakteri ile kaplanması

Dezenfekte edilen marul tohumları konsantrasyonu 10^7 cfu/ml olan bakteri süspansiyonları içerisine konulmuş ve çalkalayıcıda 2 saat 140 rpm'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tohumlar süzölmüş ve bakterinin yapışmasını sağlamak amacıyla sukroz ile muamele edilmiştir. Petride çimlenme testi için kullanılacak tohumlara sukroz ilave edilmemiştir (Şekil 3.5, Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Tohum kodlamasında kullanılan marul tohumları ve strainlere ait solüsyonlar



Şekil 3.6. Marul tohumlarının bakteri ile kaplanması

3.2.4. *In vitro* ortamda bakteri uygulamalarının tohum çimlenmesine etkisi

Bakteri uygulamalarının marul tohumlarının çimlenmesine etkisi %1,5'lik agar içeren petri ortamında $25 \pm 0,5$ °C'de değerlendirilmiştir (Şekil 3.7). Her petri kutusuna yüzey dezenfeksiyonu yapılmış 20 tohum bırakılmış ve çalışma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlenen tohumlar hergün aynı saatte sayılmıştır. Kökçük 10 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve ortamdan uzaklaştırılmıştır (Goertz and Coons, 1989; Elkoca, 1997). Çimlenme tamamlandıktan sonra çimlenme oranı, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme zamanı aşağıda belirtilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Yıldırım ve Güvenç, 2006).

➤ Çimlenme Oranı

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = \frac{\text{çimlenen tohum sayısı} \times 20}{100} \quad (3.1)$$

➤ Çimlenme Hızı

$$\text{Çimlenme hızı} = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \dots + \frac{n_n}{t_n} \quad (3.2)$$

n_1, n_2, \dots, n_n ; çimlenen tohum sayısı

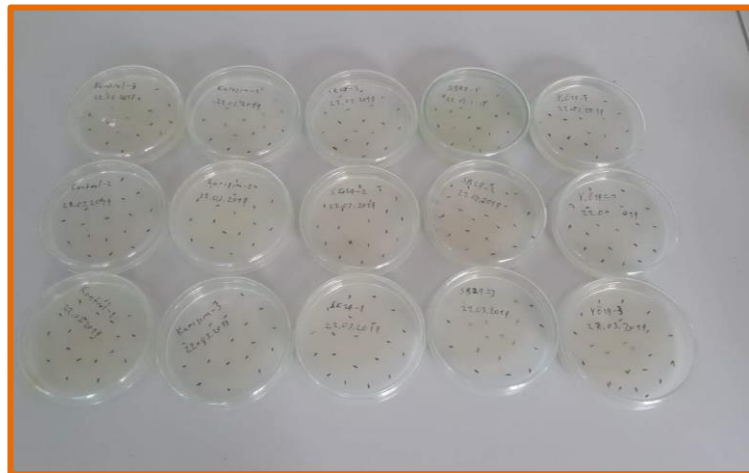
t_1, t_2, \dots, t_n ; çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısı

➤ Ortalama Çimlenme Zamanı (OÇZ)

$$\text{OÇZ (gün)} = \frac{\sum (fx)}{\sum f} \quad (3.3)$$

f; sayım gününde çimlenen tohum sayısı

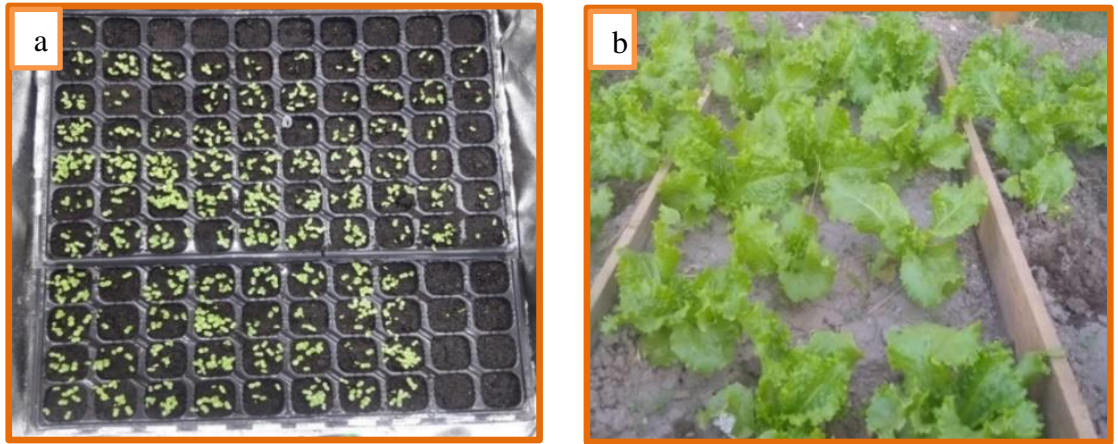
x; sayım yapılan gün sayısı



Şekil 3.7. *In vitro* ortamda tohum çimlenme testi

3.2.5. Tarla denemesi

Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Uygulamalar 3 adet bakteri straini (SK4 *Herbaspirillum huttiense*, SB29 *Brevibacillus parabrevis*, YÖ19 *Virgibacillus pantothenicus*), strainlerin kombinasyonu, kimyasal gübre ve negatif kontrol grubundan oluşmaktadır. Fide elde etmek amacıyla marul tohumları torf+perlit (2:1) yetiştirme ortamında viyoller içerisine ekilmiştir (Şekil 3.8 a). Gelişen bir aylık marul fideleri 3x3 m (9m²)' lik tavalarda 50x50 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde, her parselde 30 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Pozitif kontrol olarak fide başına 50 ppm N, 250 ppm K ve 100 ppm P, negatif kontrol olarak ise sdH₂O uygulaması yapılmıştır. Birinci bakteri uygulaması fidelerin köklerinin hazırlanan bakteri solüsyonlarında 30 dk bekletilmesi ile yapılmış ve ardından dikim gerçekleştirilmiştir. İkinci bakteri uygulaması ise gerçek marul yaprakları çıktıktan sonra hazırlanan bakteri solüsyonlarının sprey yöntemi ile bitkilere inokule edilmesiyle yapılmıştır (Şekil 3.8 b, Şekil 3.9). Araştırmada çapalama, sulama ve yabancı ot mücadelesi gibi gerekli bakım işlemleri uygulamalar arasında fark oluşturmayacak şekilde ve zamanında düzenli olarak yapılmıştır. Dikimden 45 gün sonra marul bitkileri kenar tesirleri bırakılarak hasat edilmiştir. Hasadı yapılan bitkiler ölçüm, tartım ve gözlemler için Bitki Koruma Bölümü' ne ait laboratuvara getirilerek bazı verim parametreleri tespit edilmiştir.



Şekil 3.8. (a) Viyollere ekilmiş tohumların çıkışı (b) Çıkış sonrası YÖ19 *Virgibacillus pantothenicus* straini uygulanmış marul bitkisi



Şekil 3.9. SB29 *Brevibacillus parabrevis* straini uygulanmış bitkiler

3.2.6 Hasat sonrası incelenen verim parametreleri

Çalışmada incelenen parametrelerin belirlenmesinde Kaçar ve İnal (2008)'den faydalanılmıştır.

3.2.6.a. Bitki ağırlığı (g)

Tarlada her parselden 10'ar adet bitki örneği alınarak laboratuvara getirilmiş ve tek tek tartımları yapılarak ortalama bir bitki ağırlığı g olarak belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil. 3.10. Marul bitkisinin ağırlığının tartılması

3.2.6.b. Bitki çapı (cm)

Laboratuvara getirilen kıvrıkcık marul bitki örneklerinin çapları bir cetvel yardımıyla en sol ve en sağ yapraklar arasındaki mesafenin ölçülmesiyle cm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil. 3.11. Bitki çapının ölçülmesi

3.2.6.c. Bitki boyu (cm)

Tarlada her parselden alınan kıvırcık marul örneklerinin kök ile tepe kısmı arasındaki mesafe bir cetvel yardımıyla ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. SB29 *Brevibacillus parabrevis* ile inokulasyon sonrası bitki boyunun ölçülmesi

3.2.6.ç. Gövde çapı (mm)

Laboratuvara getirilen kıvırcık marul bitkilerinin gövde çapları dijital kumpasla (0,01 hassasiyetinde) ölçülmüş ve sonuçlar mm olarak yazılmıştır (Şekil 3.13).



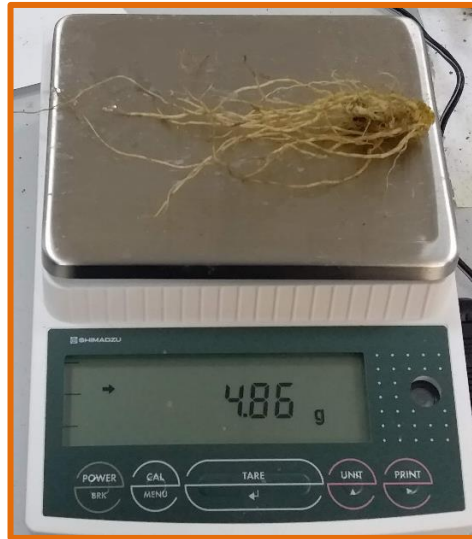
Şekil. 3.13. Marul bitkisinin gövde çapının belirlenmesi

3.2.6.d. Yaprak sayısı (adet)

Alınan her bir kıvrıkcık marul bitkisinin yaprakları sayılarak bir bitkideki toplam yaprak sayısı adet olarak belirlenmiştir.

3.2.6.e. Kök yaş ağırlığı (g)

Her parselden alınan 10 adet bitki kök örneği temizlendikten sonra tek tek tartılmış ve ortalama bir bitki kök yaş ağırlığı g olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil. 3.14. Marul bitkisinin kök yaş ağırlığının tartılması

3.2.6.f. Kök kuru ağırlığı (g)

Hasat edilen kıvrıcık marul bitkilerinden alınan kök rnekleri 65 °C’da sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmuş, sonra hassas terazide tartılarak kök kuru ağırlığı g olarak kaydedilmiştir.

3.2.6.g. Kök kuru madde oranı (%)

Hasat edilen kıvrıcık marul bitkilerinden alınan kök rnekleri 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmuş ve 0.001 grama duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen yaş ve kuru ağırlıklardan faydalanarak, aşağıdaki formül ile % kuru madde oranı (KM) tespit edilmiştir (şekil 3.15).

$$\text{Kuru Madde Oranı (\%)} = \frac{\text{Kuru Ağırlık} \times 100}{\text{Yaş ağırlık}} \quad (3.4)$$



şekil. 3.15. Marul bitkisinin etüvde kurutulması

3.2.6.ğ. Bitki kuru ağırlığı (g)

Hasat edilerek laboratuvara getirilen kıvırcık marul bitkileri 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmuş, sonra bitki kuru ağırlığı hassas terazide gram olarak tartılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Bitki kuru ağırlıklarının hesaplanması

3.2.6.h. Yaprak kuru madde oranı (%)

Hasat edilen kıvırcık marul bitkilerinden alınan yaprak örnekleri 65 °C’ye ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, örneklerin kuru ağırlıkları 0.001 grama duyarlı hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Elde edilen yaş ve kuru ağırlıklardan faydalanarak, aşağıdaki formül ile % kuru madde oranı (KM) hesaplanmıştır (Şekil 3.17).

$$\text{Kuru Madde Oranı (\%)} = \frac{\text{Kuru Ağırlık} \times 100}{\text{Yaş ağırlık}} \quad (3.5)$$



Şekil. 3.17. Marul bitkisinin kuru yaprak ağırlık hesaplaması

3.2.6.1. Ham protein oranı (%)

Kjehldahl yöntemi ile toplam N analizleri yapıldıktan sonra azot değerleri 6,25 katsayısı ile çarpılarak % protein oranları hesaplanmıştır (Şekil 3.18.a, b, c, d) (Bremner, 1965).



Şekil 18. (a) Ham protein analizi yapılacak bitki örneklerinin tartılması (b) Titrasyon, (c) Yaş yakma (d) Destilasyon

3.2.6.i. Sonuçların analiz edilmesi

Denemeden elde edilen sonuçlar SAS 9.1 istatistik programında analiz edilmiştir. *In vivo* ve *in vitro* ortamda elde edilen verilere varyans analiz testi uygulanmıştır ($p < 0,05$). Uygulamalar arası farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiş, farklılıklar farklı harflerle gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İklim Verileri

Deneme süresince ölçülen günlük minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü aylara ait bazı iklim verileri

İklim Verileri			
Tarih	Min. Sıcaklık (°C)	Mak. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)
18-30 Nisan 2019	5,53	17,38	11,45
1-10 Mayıs 2019	9,8	24,3	17,05
11-20 Mayıs 2019	12,2	29,4	20,8
20-31 Mayıs 2019	12,36	28,45	20,4
1-10 Haziran 2019	16,0	32,50	24,2
11-20 Haziran 2019	16,9	32,60	24,7
20-30 Haziran 2019	18,4	34,4	26,4

4.2. *In vitro* Ortamda Bakteri Uygulamalarının Tohum Çimlenmesine Etkisi

Uygulamaların bitkinin tohum ortalama çimlenme zamanı, çimlenme hızı ve çimlenme oranlarına etkisi Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Bakteri uygulamaları yapılan tohumların ortalama çimlenme zamanı negatif kontrole göre daha erken gerçekleşmiştir. SB29 *B. parabrevis*, YÖ19 *V. pantothenicus* ve mix uygulamalarının yapıldığı tohumların negatif kontrole göre daha hızlı çimlendiği saptanmıştır. Bakteri uygulamaları yapılan tohumların %100, negatif kontrolde yer alan tohumların ise %73 çimlenme gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Bakteri ve negatif kontrol uygulamalarının petri ortamında çimlenmeye etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	KON
Ortalama çimlenme Zamanı	3.4667±0.20 _b **	3.6000 ± 0.16 _a	4.1833±0.09 _{cb}	3.7833± 0.15 _b	5.7133±0.25 _{cb}
Çimlenme Hızı	5.9433±0.27 _a	5.6367±0.10 _a	4.9400±0.13 _b	5.5600±0.19 _a	2.6633±0.14 _c
Çimlenme Oranı (%)	100.000±0.00 _a	100.000±0.00 _a	100.000±0.00 _a	100.000±0.00 _a	73.333±1.67 _b

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol

** Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Mangmang, *et al.*, (2016) tarafından yapılan çalışmada marul tohumları *Azospirillum brasilense* ve *Herbaspirillum serpedicea* strainleri ile inokule edilmiş ve uygulamaların marulun çimlenme hızını artırdığı saptanmıştır.

4.3. Bitki Ağırlığı (g)

Uygulamaların bitki ağırlığına etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir. SB29 *B. parabrevis* ve YÖ19 *V. pantothenicus* strainlerinin diğer uygulamaların hepsinden daha iyi sonuç verdiği ve uygulamaların istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Bu bakteri strainlerini mix, gübre, SK4 *H. huttiense* ve negatif kontrol uygulamalarının sırasıyla 125.48, 121.21, 95.16 ve 63.28 değerleriyle takip ettiği görülmüştür.

Çizelge 4.3. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki ağırlığına etkisi

	YÖ19*	SB29	MIX	GÜB	SK4	KON
Bitki Ağırlığı(g)	165.36±6.62 _a **	165.79±20.52 _a	125.48±7.55 _{ba}	121.21±19.26 _b	95.16±4.36 _{bc}	63.28 ± 9.72 _c

* **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Baş salata çeşidinde yapılan sera denemisinde en yüksek ortalama baş ağırlığı (125,22 g) *Pseudomonas fluorescen* straininde tespit edilmiş ve negatif kontrole kıyasla istatistiki anlamda önemli bulunmuştur (Yıldız., 2019). Çalışmamızı destekleyen bir diğer araştırmada ise marul bitkilerinde PGPR olarak kullanılan strainlerden *B. megaterium*'un gövde ağırlıkları bakımından sağladığı artışlar istatistiki olarak önemli

bulunmuştur (Karagöz ve ark., 2010). Aynı konuda Naikofi, *et. al.*, (2017) tarafından yapılan çalışmada (kıvırcık marulda iki haftada bir kez yapılan PGPR) uygulamaları ile en yüksek bitki ağırlığı 253,71 g olarak saptanmıştır.

4.4. Bitki Çapı (cm)

Araştırma kapsamında yapılan uygulamaların bitki çapına etkisi Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bakteri uygulamalarının negatif kontrol ve gübre uygulamalarından daha başarılı olduğu saptanmıştır. Bitki çapına dair en yüksek değer SB29 *B. parabrevi*s ve YÖ19 *V. pantothenicus* bakteri uygulamalarından elde edilmiştir ve uygulamaların istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür. SK4 *H. huttiense* ve gübre uygulamasının negatif kontrole kıyasla daha iyi sonuç verdiği ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki çapına etkisi

	SB29*	YÖ19	MIX	SK4	GÜB	KON
Bitki Çapı(cm)	27.823±1.20 _b **	29.523±0.69 _a	24.900±0.56 _b	23.913±0.56 _{bc}	24.547±1.04 _{bc}	20.477±2.64 _c

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevi*s, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Yıldız, (2019) tarafından yapılan araştırmada da baş salatada en yüksek ortalama baş çapı (12,16 cm) *Pantoea agglomerans* uygulamasından elde edilmiştir.

4.5. Bitki Boyu (cm)

Bakteri uygulamalarından YÖ19 *V. pantothenicus* straininin inokulasyonu sonucu en yüksek bitki boyu (48.157cm) elde edilmiştir. Bu uygulamayı gübre (40.190 cm), SK4 *H. huttiense* (40.167 cm), mix (39.713 cm) ve SB29 *B. parabrevi*s (39.433 cm) uygulamalarının izlediği ve istatistiki olarak bu 4 uygulamanın aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. SB29 *B. parabrevi*s, SK4 *H. huttiense*, mix bakteri strainlerinin gübre uygulamasıyla kıyaslandığında marul bitki boyu üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki boyuna etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Bitki Boyu(cm)	39.433±1.42 _b **	48.157±3.17 _a	40.167±1.98 _b	39.713±0.97 _b	40.190±1.69 _b	32.890±0.59 _c

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

4.6. Gövde Çapı (mm)

Araştırma kapsamında yapılan uygulamaların bitki gövde çapına etkisi Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. İstatistiki olarak SB29 *B. parabrevis* (14.47 mm) ve YÖ19 *V. pantothenicus* (12.55 mm) uygulamalarının gövde çapı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Fakat diğer uygulamaların gövde çapı değerlerindeki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının gövde çapına etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Gövde Çapı(mm)	14.4700±0.92 _a **	12.5567±0.29 _{ba}	11.1533±0.53 _b	11.9200±0.76 _b	12.1667±0.75 _b	12.1467±0.29 _b

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

4.7. Yaprak Sayısı (adet)

Bakteri uygulamalarının gübre ve negatif kontrole oranla daha başarılı olduğu saptanmıştır. SB29 *B. parabrevis* ve SK4 *H. huttiense* uygulamaları aralarında önemli bir fark bulunmamıştır. Bakteri strainlerinin karışım şeklinde uygulanmasının yaprak sayısı üzerinde en etkili uygulama olduğu belirlenmiştir. YÖ19'un *V. pantothenicus* 19.33 değeriyle bu sonucu 2. sırada takip ettiği bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki yaprak sayısına etkisi

	MIX*	YÖ19	SB29	SK4	GÜB	KON
Bitki Yaprak Sayısı(ad)	19.777±0.40 _a **	19.333±1.02 _{ba}	19.000±1.26 _{bac}	16.000±1.35 _{bac}	15.113±1.24 _c	15.667±1.50 _{bc}

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Karagöz ve ark., (2010) tarafından yapılan bir çalışmada bakteri strainlerinden *P. agglomerans*'ın yaprak sayılarında (23,66 ad) kontrole oranla artışa neden olduğu ancak sonucun istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

4.8. Kök Yaş Ağırlığı (g)

Araştırma kapsamında yapılan bütün uygulamaların kök yaş ağırlığına etkisinin negatif kontrole göre daha başarılı olduğu saptanmıştır. Bakteri uygulamaları ile gübre uygulamasının aynı gruta yer aldığı tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek kök ağırlığı 5.1833 g, en düşük kök ağırlığı 2.3567 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kök yaş ağırlığına etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Kök Yaş Ağırlığı (g)	5.1833±0.98 _a **	4.6900±0.22 _a	4.2500±0.51 _a	4.7767±0.24 _a	4.3600±0.50 _a	2.3567±0.24 _b

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Karagöz ve ark., (2010) tarafından kıvrıcık marul ile yapılan bir çalışmada PGPR olarak kullanılan *P. polymyxa* KBA2, *B. megaterium* KBA10, *P. agglomerans* KBA8, RK-134, RK-205 strainlerinin ve kombinasyonlarının uygulamasının kök ağırlığını artırdığı ve sonucun istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. *B. megaterium* M-3 bakterisi ile yapılan bir çalışmada ıspanak bitkisinde yaprak alanında

genişleme görülmüş ve kök, gövde yaş ağırlıklarında artış gözlenmiştir (Çakmakçı ve ark., 2009).

4.9. Kök Kuru Ağırlığı (g)

Araştırma kapsamında yapılan uygulamaların negatif kontrole göre daha başarılı olduğu saptanmıştır. Kök kuru ağırlığına ait en iyi sonuç bakterilerin karışım uygulamasından elde edilmiş ve 0.7333 g kök kuru ağırlığı değeri alınmıştır. YÖ19 *V. pantothenicus* ile gübre uygulamasın negatif kontrole kıyasla kök kuru ağırlığını artırdığı ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kök kuru ağırlığına etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Kök Kuru Ağırlığı(g)	0.6867±0.12 _a **	0.6167±0.02 _{ba}	0.7200±0.12 _a	0.7333±0.07 _a	0.5167±0.07 _{ba}	0.3967±0.06 _b

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Naikofi, *et. al.*, (2017) tarafından yapılan çalışmada da PGPR uygulamalarının kıvırcık marulda kök kuru ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

4.10. Kök Kuru Madde Oranı (%)

Kök kuru madde oranı üzerinde bütün uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur. SK4'ün *Herbaspirillum huttiense* %16.807 değeri ile en başarılı sonuç veren uygulama olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalardan YÖ19 *V. pantothenicus* ve SB29 *B. parabrevis* strainlerinin gübre ve negatif kontrol uygulamalarına göre daha verimli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kök kuru madde oranı üzerine etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Bitki Kök Kuru Madde Oranı (%)	13.227±0.27 _{bc} **	13.297±0.58 _{bc}	16.807±1.3 _a	16.030±1.45 _{ba}	11.933±0.25 _c	12.01±1.02 _b

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0,05$)

Flores Félix, *et. al.*, (2013) tarafından yapılan çalışmada *Rhizobium leguminosarum straininin Lactuca sativa* L. (marul) ve *Daucus carota* L. (havuç) köklerinde koloni oldukları görülmüş ve ayrıca PEPV16 straininin, marul ve havuç köklerinin kuru maddesini artırarak bitki büyümesini teşvik ettiği saptanmıştır.

4.11. Bitki Kuru Ağırlığı (g)

Bakteri uygulamalarından en iyi sonuç 9.97g ile SB29 *B. parabrevis* straininden ve 2. olarak 8.85g ile YÖ19 *V. pantothenicus* straininden elde edilmiştir. SK4 *H. huttiense* ve mix uygulamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı, genel olarak bakteri uygulamalarının gübre ve negatif kontrol uygulamalarına kıyasla daha başarılı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Bitki Kuru Ağırlığı(g)	9.977±1.32 _a **	8.853±0.17 _{ba}	7.747±0.73 _{bac}	8.150±0.30 _{bac}	6.473±1.14 _{bc}	5.790±0.96 _c

* **SB29:** *Herbaspirillum huttiense*, **YÖ19:** *Virgibacillus pantothenicus*, **SK4:** *Brevibacillus parabrevis*, **MIX:** SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, **KON:** Kontrol, **GÜB:** Gübre

** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0,05$)

4.12. Yaprak Kuru Madde Oranı (%)

Araştırma kapsamında yapılan uygulamaların bitki yaprak kuru madde oranına etkisi Çizelge 4.12’de belirtilmiştir. Yaprak kuru madde oranı için yapılan varyans analizi sonucunda bakteri uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.12. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının yaprak kuru madde oranı üzerine etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Yaprak Kuru Madde Oranı(%)	5.8067±0.35 _b **	5.0667±0.23 _b	8.0033±0.61 _a	6.3067±0.59 _b	5.1167±0.08 _b	8.7767±0.49 _a

* SB29: *Herbaspirillum huttiense*, YÖ19: *Virgibacillus pantothenicus*, SK4: *Brevibacillus parabrevis*, MIX: SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, KON: Kontrol, GÜB: Gübre
** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

4.13. Ham Protein Oranı (%)

Bitkinin ham protein oranı üzerinde uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur. SB29 *B. parabrevis*, YÖ19 *V. pantothenicus* ve SK4 *H. huttiense* uygulamalarının en başarılı sonuçları veren uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. Mix, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının aynı grupta yer aldığı ve ham protein üzerinde istatistiksel olarak etkisinin önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitki ham protein oranı üzerine etkisi

	SB29*	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	KON
Ham Protein Oranı (%)	14.517±0.58 _a **	14.250±0.75 _a	13.457±0.39 _a	8.46±1.08 _b	9.767±0.32 _b	7.96±0.32 _b

* SB29: *Herbaspirillum huttiense*, YÖ19: *Virgibacillus pantothenicus*, SK4: *Brevibacillus parabrevis*, MIX: SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı, KON: Kontrol, GÜB: Gübre
** Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır, Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.05$)

Karagöz ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada PGPR'lerin azot fikse etme yeteneğinde oldukları ve bu yolla bitkilere fayda sağladıkları bildirilmiştir. Fosfat çözme özelliği en yüksek olan *P. agglomerans* RK126 ve RK134, *P. polymyxa* KBA-2 ve *Bacillus megaterium* KBA-10 strainlerinin kontrole kıyasla marul verim parametrelerinde üstünlük sağladıkları belirlenmiş ve Çakmakçı (2005), tarafından PGPR uygulamalarının bazı besin elementlerinin alımını teşvik ettiği ifade edilmiştir. Çalışmada kullanılan PGPR strainlerinin seçilmesinde de azot fikse edebilme ve fosfor çözebilme özellikleri dikkate alınmıştır. Yapılan diğer araştırmalarda olduğu gibi marul

bitkisinde incelenen parametrelerde artış sağladığı ve sonuçların paralellik sergilediği görülmüştür. Vessey (2003), tarafından yapılan çalışmada PGPR'ler tarafından üretilen en yaygın hormonun IAA olduğu ve bu hormon sayesinde kök gelişimi ve uzunluğunun arttığı, bunun sonucu olarak da topraktan daha fazla besin elementi alımının sağlandığı ortaya konulmuştur. Yapılan bu araştırmada test edilen bakteri strainlerinin hormon üretimleri belirlenmemiştir. Daha sonraki çalışmalarda bu özelliklerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde bitki gelişiminde konukçu x bakteri straini interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca toprakta var olan mikrobiyal popülasyon, toprak ve iklim faktörleri de çalışmanın sonuçlarını etkileyen parametrelerdir. Bu nedenle farklı şartlarda farklı bitki ve bakteri strainleri ile çok sayıda çalışma yürütülmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada PGPR strainlerinin kıvırcık marul yetiştiriciliğine etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak *in vitro* ortamda bakteri uygulamalarının ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı özellikleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. *In vivo* ortamda ise uygulamaların bitki ağırlığı, bitki çapı, gövde çapı, kök ağırlığı, yaprak sayısı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök kuru madde oranı, bitki kuru ağırlığı ve ham protein oranı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Uygulanan kimyasal gübre ve pestisit kullanımı, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprağın verimi ve üretkenliğinin sınırlandırılmasına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Tarımda pestisitlerin ve kimyasal gübrelerin kullanımının aşırı miktarda olması ile tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Bu noktada, çevre ile dost biyolojik uygulamaların üretim sistemlerinde kullanılması ayrı bir önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalarda bitki büyümesini teşvik eden rhizobakteriler hem bitkilerde gelişmeyi uyarıcı olarak hem de biyolojik mücadele elemanı olarak kullanılmakta ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir. PGPR'ler bitki köklerindeki mikroflora kompozisyonunu değiştirmesi, çeşitli stres faktörlerine karşı bitkiyi dirençli hale getirmesi, büyüme hormonları üzerinde etkili olması, besin maddesi alımını arttırması (havadaki veya topraktaki serbest azotun bağlanması, toprakta fosfor ve diğer besin elementlerinin alımının sağlanması), kök gelişimini teşvik etmesi ve bunlara bağlı olarak bitki büyümesini ve gelişimini arttırması gibi etkileriyle ön plana çıkmaktadır. Yaptığımız çalışmada PGPR'lerin kıvırcık marul bitkisi gelişimi üzerine önemli sonuçlar alınmıştır. Doğal kaynakların korunması veya iyi tarım uygulamaları sayesinde toprak, su ve bitkisel kaynakların etkin ve verimli kullanımı, çevrenin korunması, toplum sağlığı açısından gıda güvenliği ve son aşamada da gelecek kuşaklara yaşanabilir bir doğa bırakılması sağlanacaktır. Tarımda sürdürülebilirliğin sağlanmasına odaklı olan bu yeni anlayış ile kimyasal kullanımını azaltmak için yerine biyolojik uygulamaların tarım sistemlerinde yer alması önemli bir avantaj oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbay, C., Candemir, S., Orhan, E., 2005. Türkiye’de yaş meyve ve sebze ürünleri üretim ve pazarlaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2), 96-107.
- Aliye, N., Fininsa, C., Hiskias, Y., 2008. Evaluation of rhizosphere bacterial antagonists for their potential to bioprotect potato (*Solanum tuberosum*) against bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*). *Biological Control*, 47(3), 282-288.
- Altın, N., Tayyar, B., 2005. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(2):87-103
- Anonim, 2017. <http://www.ereglipancar.com.tr/Kooperatif/Sayfa/2042>. Erişim (20.07.2019).
- Ashgar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M., Khaliq, A., 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L., *Biology and Fertility of Soils* (2002) 35, 231-237.
- Aslantaş, R., Cakmakçı, R., Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia horticulturae*, 111(4), 371-377.
- Aybak, H.Ç., 2002. *Salata/Marul Yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık Limited Şirketi İstanbul, 96.
- Banchio, E., Bogino, P.C., Zygadlo, J., and Giordano, W., 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36(10), 766-771.
- Bora, T. ve Özaktan, H., 1998. *Bitki hastalıklarıyla biyolojik savaş*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı, İzmir. 205.
- Bremner, J.M., and Lancaster, J.D., 1965. Organic Forms of Nitrogen *I. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties* methodsofsoilanb 1238-1255.

- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Erdoğan, Ü., 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(3), 189-199.
- Cartieaux, F., Contesto, C., Gallou, A., Desbrosses, G., Kopka, J., Taconnat, L., and Touraine, B., 2008. Simultaneous interaction of *Arabidopsis thaliana* with Bradyrhizobium sp. strain ORS278 and *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 leads to complex transcriptome changes. *Molecular plant-microbe interactions*, 21(2), 244-259.
- Chou, M.Y., 2013. *Soil bacterium Bacillus subtilis (GB03) augments plant growth and volatile emissions in Eruca sativa (Arugula)* (Doctoral dissertation). Unpublished master's thesis, Texas Tech University, United States of America. 98
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., Barka, E.A., 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects, *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9),4951-4959.
- Çakmakçı, R., 2005. Bitki gelişiminde fosfat çözücü bakterilerin önemi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 19(35), 93-108.
- Demir, M., 2009. *Marulda Botrytis Cinerea'ya Karşı In Vitro Koşullarda Biyolojik Savaşım Olanakları Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 32.
- Ekici, M., Yıldırım, E., Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2).
- Eşiyok, D., 2012. *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 404.

- Fao, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations <http://www.fao.org/faostat/>. Erişim Tarihi (28.12.2017).
- Flores-Félix, J.D., Menéndez, E., Rivera, L.P., Marcos-García, M., Martínez-Hidalgo, P., Mateos, P.F., Rivas, R., 2013. Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(6), 876-882.
- Goertz, S.H., Coons, J.M., 1991. Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. *HortScience*, 26(3), 246-249.
- Gül, A., Özaktan, H., Kıdoğlu, F., 2008. Seçilmiş Kök Bakterilerinin Farklı Substratlarda Baş Salata Yetiştiriciliğine Etkisi, *Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu*, İzmir, 27.
- Günay, A., 2005. *Sebze Yetiştiriciliği, Özel Sebze Yetiştiriciliği*. Cilt 2, Meta Basımevi, İzmir. 531.
- Jehtonen, M.J., 2009. *Rhizoctonia solani* as a potato pathogen variation of isolates in Finland and host response. University of Helsinki Finland, *Academic Dissertation in Plant Pathology*, 81.
- Ji, P., Campbell H.L., Kloepper J.W., Jones J.B., Suslow T.V., Wilson M., 2006. Integrated Biological Control of Bacterial Speck and Spot of Tomato Under Field Conditions Using Foliar Biological Control Agents and PGPR. *Biological Control*, 36(3), 358-367.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. *Bitki Analizleri*. Fen Bilimleri, 892. Nobel Yayın No: 1241, Ankara. 1,63.
- Karagöz, K., Kotan, R., 2010. Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin marulun gelişimi ve bakteriyel yaprak lekesi hastalığı üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(2), 165-179.
- Kıdoğlu, F., Gül, A., Tüzel, Y., 2007. Baş salata fidelerinin gelişimine kök bakterilerinin etkileri, *Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Erzurum. 2,1-5.

- Kloepper, J. W., Ryu, C.M., Zhang, S., 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*, 94(11), 1259-1266.
- Kloepper, J.W., 1993. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. In F. Blaine Metting, Jr. (Ed.). *Soil Microbiology Ecology*, Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker, Inc., New York. 255-274.
- Kuč, J., 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. *European Journal of Plant Pathology*, 107(1), 7-12.
- Lifshitz, R., Kloepper, J.W., Kozlowski, M., Simonson, C., Carlson, J., Tipping, E.M. Zaleska, I., 1987. Growth promotion of canola (rapeseed) seedlings by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotic conditions. *Canadian Journal of Microbiology*, 33(5), 390-395.
- Malkoclu, M.C., Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Özaktan, H., Yolageldi, L., 2016. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on organic lettuce production. *In 3 International Symposium on Organic Greenhouse Horticulture* 1164, 265-272.
- Mangmang, J. S., Deaker, R., Rogers, G., 2016. Inoculation effect of *Azospirillum brasilense* on basil grown under aquaponics production system. *Organic agriculture*, 6(1), 65-74.
- Montesinos, M.C., Desai, A., Chen, J.F., Yee, H., Schwarzschild, M.A., Fink, J.S., Cronstein, B.N., 2002. Adenosine promotes wound healing and mediates angiogenesis in response to tissue injury via occupancy of A2A receptors. *The American journal of pathology*, 160(6), 2009-2018.
- Naikofi, Y.M., Rusae, A., 2017. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) application and pesticide type on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Savana Cendana*, 2(04), 71-73.
- Nandakumar, R., Babu, S., Viswanathan, R., Sheela, J., Raguchander, T., Samiyappan, R., 2001. A new bio-formulation containing plant growth promoting

- rhizobacterial mixture for the management of sheath blight and enhanced grain yield in rice. *Biocontrol*, 46(4), 493-510.
- Nicolle, C., Cardinault, N., Gueux, E., Jaffrelo, L., Rock, E., Mazur, A., Rémésy, C., 2004. Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *Clinical Nutrition*, 23(4), 605-614.
- Ongena, M., Duby, F., Rossignol, F., Fouconnier, M.L., Dommes, J., Thonart, P., 2004. Stimulation of the lipoxygenase pathway is associated with systemic resistance induced in bean by a nonpathogenic *Pseudomonas* strain. *Molecular plant-microbe interactions*, 17(9), 1009-1018.
- Özaktan, H., Bora, T., 1994. Antagonistik bakterilerin Hıyar Köşeli Leke hastalığının biyolojik savaşımında kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar, *Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri*, 3, 224-229.
- Pierce, L.C., 1987. *Vegetables: Characteristics, Production And Marketing*, John Wiley and Sons, United States of America, 433.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V., Samiyappan, R., 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop protection*, 20(1), 1-11.
- Remus, R., Ruppel, S., Jacob, H. J., Hecht-Buchholz, C., Merbach, W., 2000. Colonization behaviour of two enterobacterial strains on cereals. *Biology and Fertility of Soils*, 30(5-6), 550-557.
- Ryder, 1979. Edward J. Lettuce. In: *Leafy Salad Vegetables*. Springer, Dordrecht, United States of America 13-94.
- Ryu, C.M., Farag, M. A., Hu, C.H., Reddy, M.S., Kloepper, J.W., Paré, P.W. 2004. Bacterial volatiles induce systemic resistance in Arabidopsis. *Plant physiology*, 134(3), 1017-1026.
- Saber, M.S.M., 2001. Clean biotechnology for sustainable farming. *Engineering in life sciences*, 1(6), 217-223.

- Serafini, M., Bugianesi, R., Salucci, M., Azzini, E., Raguzzini, A., Maiani, G., 2002. Effect of acute ingestion of fresh and stored lettuce (*Lactuca sativa*) on plasma total antioxidant capacity and antioxidant levels in human subjects. **British Journal of Nutrition**, 88(6), 615-623.
- Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A., Eltez, R.Z., 2000. **Türkiye’de Örtüaltı Yetiştiriciliği**. Türkiye Ziraat Mühendisleri 5 Teknik Kongresi, Cilt;2, Ankara. 679-707.
- Seymen, M., Turkmen, O., Dursun, A., Donmez, M. F., Paksoy, M., 2010. Effects of bacterium inoculation on yield and yield components of cucumber (*Cucumis sativus*). **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture**, 67(1), 274-277.
- Şahin, F., Çakmakçı, R., Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria, **Plant and Soil**, 265(1-2), 123-129.
- Şeniz, V., 1993. **Genel Sebzeçilik**, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 53, 230.
- Taşbaşı, B.İ., 2013. **Farklı Rhizobakteri Uygulamalarının Tuzlu Koşullarda Kıvrıkcık Marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Çeşitlerinde Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi**. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum. 68.
- Thompson, R.C., 1957. **Vegetable Crops**, Mc Graw Hill Book company Inc. New York. Toronto
- Toprak, E., 2012. **Kök bakterilerinin farklı substratlarda domates yetiştiriciliğine etkisi**. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir. 90.
- Tsavkelova, E.A., Klimova, S.Y., Cherdynseva, T.A., Netrusov, A.I., 2006. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, 42, 117-126.
- TUİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/>, Erişim tarihi (30.05.2019).

- Van Loon, L.C., Bakker, P.A.H.M., Pieterse, C.M.J., 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual review of phytopathology*, 36(1), 453-483.
- Vessey J.K., 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers, *Plant and Soil*, 255(2),571-586.
- Vural, H., Esiyok, D., Duman, I., 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetistirme)*, Ege Üniversitesi Basimevi, İzmir.
- Yıldız, M.A., 2019. *Farklı Baş Salata (Lactuca sativa Var. Capitata) Çeşitlerinde Pgp Kullanimının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 48.
- Yildirim, E., Güvenç, İ., 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(5), 347-353.
- Yücel, P.K., Halkman, H.B.D., 2009. *Minimal işlem görmüş meyve ve sebzelerin ışınlama ile kalitesinin arttırılması*. 10. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, 291-301.
- Zhuang, X., Chen, J., Shim, H., Bai, Z., 2007. New advances in plant growth promoting rhizobacteria for bioremediation. *Environment International*, 33(3), 406-413.

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Iğdır Merkez’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Iğdır’da tamamladı. 2012 yılında Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü’nü kazandı. 2016 yılında bölümünü başarıyla tamamlayarak Ziraat Mühendisi ünvanı almaya hak kazandı. Aynı yıl Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yüksek Lisans eğitimini sürdürürken Niğde Bor ilçesinde meslek hayatına başladı. Kasım 2017 tarihinden itibaren T.Ş.F.A.Ş Ağrı Şeker Fabrikası’nda / Koordinatör mühendis olarak görev yapmaktadır.

