

T.C.
SIIRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN TUZ STRESİ
KOŞULLARINDA BUĞDAY(*Triticum aestivum* L.) GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

SEVDA SÖĞÜT
(143105012)

Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. FATİH ÇİĞ

07-2017
SIIRT

TEZ KABUL VE ONAYI

Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇIĞ danışmanlığında, Sevda SÖĞÜT tarafından hazırlanan “Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin Tuz Stresi Koşullarında Buğday (*Triticum aestivum* L.) Gelişimi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç.Dr. Çetin KARADEMİR

.....

Danışman

Yrd. Doç. Dr. FATİH ÇIĞ

.....

Üye

Yrd.Doç.Dr.Kenan KARAGÖZ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Koray ÖZRENK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2016-SİÜFEB-24 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, ilgi ve yardımını hiçbir zaman eksik etmeyen kıymetli hocam Yrd. Doç. Dr Fatih ÇİĞ' a teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarım da bana yol gösteren, karşılaştığım problemlerin çözümünde destek olan çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Arzu ÇİĞ' a, ayrıca Çukurova Üniversitesi öğretim üyelerinden değerli hocam Prof. Dr. Yeşim AYSAN' a, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Kenan KARAGÖZ' e, yanımda olan değerli arkadaşlarım Fatma POLAT' a, Vedat AYDIN' a, ve burada isimlerini sayamadığım büyüklerime, bölümümüzün değerli hocalarına, sevdiklerime çok teşekkür ederim.

Maddi manevi desteklerini hayatımın her aşamasında hissettiğim, varlıkları ile moral ve güç bulduğum, bana güvenen, çalışmalarım da teşvik ve tavsiyelerini esirgemeyen, bugünlere gelmemde haklarını ödeyemeyeceğim kadar büyük payı olan annem Hülya DOĞRU ve babam İsmail DOĞRU' ya, çok sevdiğim ablam Selda DOĞRU ve kardeşlerim Mehmet Doğru ve Salih Doğru, her zaman yanımda olan sevgili eşim Alper SÖĞÜT' e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Sevda SÖĞÜT
SİİRT-2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE METOT.....	24
3.1. Materyal	24
3.1.1 Kullanılan Bitki:	24
3.1.Kullanılan Bakteri Strainleri;.....	24
3.2. Metot.....	24
3.2.1. Deneme Deseni	24
3.2.2. Gübre Uygulaması	25
3.2.3. Tuz Konsantrasyonları	25
3.2.4. Bakteri Uygulaması	26
3.2.5. Verilerin Elde Edilmesi	26
3.2.5.1.1. Çimlenme hızı	26
3.2.5.1.2. Çimlenme Oranı (%).....	26
3.2.5.1.3. Bitki Boyu (cm)	26
3.2.5.1.4. Kök Uzunluğu (cm)	27
3.2.5.1.5. Bitki yaş ağırlığı (g).....	28
3.2.5.1.6.Bitki kuru ağırlığı (g).....	28
3.2.5.1.7. Toprakta azot ve fosfor miktarı (%)	28
3.2.6. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. BİTKİ BOYU	29
4.2. KÖK UZUNLUĞU.....	30
4.3. ÇİMLENME HIZI	31
4.4. ÇİMLENME ORANI	31
4.5. YAŞ AĞIRLIK	32
4.6. BİTKİ KURU AĞIRLIK	33
4.7. TOPRAKTAKİ AZOT MİKTARI	34
4.8 .TOPRAKTAKİ FOSFOR MİKTARI.....	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
5.1. Sonuçlar	36
5.2. Öneriler	38
KAYNAKÇA.....	41
ÖZGEÇMİŞ	43

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları	29
Çizelge 4.2. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları.....	30
Çizelge 4.3. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hızına ait varyans analizi sonuçları.....	31
Çizelge 4.4. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hızına ait varyans analizi sonuçları.....	32
Çizelge 4.5. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında yaş ağırlık oranı verilerinin ortamlarına ait varyans analizi sonuçları	32
Çizelge 4.6. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında kuru ağırlık oranı verilerinin ortamlarına ait varyans analizi sonuçları	33
Çizelge 4.7. Araştırmada Ele Alınan Toprakta Azot Miktarı Ortalama Değerleri ve oluşan Duncan Grupları (%).....	34
Çizelge 4.8. Araştırmada Ele Alınan Toprakta Fosfor Miktarı Ortalama Değerleri ve oluşan Duncan Grupları (%).....	35

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil.3.1. Deneme alanından bir görünüm	25
Şekil.3.2. Bitki boyuna ait bir görünüm.....	27
Şekil.3.3. Kök uzunluğuna ait bir görünüm.....	27



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

Simge

Açıklama

%	: Yüzde
cm	: Santimetre
da	: Dekar
ds.m ⁻¹	: Decisiemens / metre
g	: Gram
ha	: Hektar
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L	: Litre
m	: metre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
N	: Azot
P	: Fosfor

Kısaltma

Açıklama

ACC	: 1-aminosiklopropan-1 karboksilat
CFU	: Bakteri hücresi
IAA	: İndol asetik asit
NaCl	: Sodyum Klorür
PGPR	: Bitki Gelişimini Teşvik Edici Kök Bakterileri
PSB	: Fosfor Çözücü Bakteriler
P ₂ O ₅	: Di Potasyum Penta Oksit
Ort.	: Ortalama

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİLERİN TUZ STRESİ KOŞULLARINDA BUĞDAY(*Triticum aestivum* L.) GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Sevda SÖĞÜT

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Fatih ÇİĞ

2017, 52 Sayfa

Bu çalışma 2016 yılında Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada; Ceyhan, 99 ekmeçlik buğday çeşidi kullanılmıştır. TV14B *Stenotrophomonas maltophilia* P, TV119E *Bacillus sp.* P, TV83D *Bacillus atrophaeus* N, TV54A *Cellulomonas turbata* N, TV113C *Kluyvera cryocrescens* NP, TV83D *B. atrophaeus* +119E TV119E *Bacillus sp.*NP bakteri suşlarının tuz stresi altında Ceyhan 99 ekmeçlik buğday çeşidinin gelişimi üzerine olan etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Yapılan testlerle çimlenme hızı (%), çimlenme oranı (%), bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), toprakta azot miktarı(%) ve toprakta fosfor miktarı (%) belirlenmiştir. Deneme, her saksıda 10 bitki olacak şekilde tesadüf blokların bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

TV14B *S. maltophilia* P bakterisinin farklı tuz konsantrasyonlarında bitki gelişim parametrelerinde olumlu etkiler yaptığı sonucuna varılmıştır. TV119E *Bacillus sp.* P bakterisinin 100 mM tuz konsantrasyonunda bitki boyu, topraktaki fosfor ve kuru ağırlık parametrelerinde artış sağladığı gözlemlenmiştir. TV83D *B. atrophaeus* N bakterisinin 125 mM tuz konsantrasyonunda bakteri uygulamasının kontrol uygulamasına göre kök uzunluğunda, topraktaki fosfor miktarında ve topraktaki azot miktarında artış sağladığı gözlemlenmiştir. TV54A *C. turbata* N, TV113C *K. Cryocrescens* NP ve TV83D *B. atrophaeus* +119E *Bacillus sp.* NP bakteri uygulamalarının farklı tuz konsantrasyonları altında topraktaki fosfor miktarında artış sağlarken aynı zamanda topraktaki azot miktarında da artış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu bakteri uygulamalarının tuz stresinin dezavantajlarını hafifleteceği düşünülmektedir. Ancak yine de tarla koşullarında ve farklı lokasyonlarda çok sayıda deneme yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: PGPR, , Buğday, Tuz Stresi, Verim, Verim Ögeleri

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION of THE EFFECT of PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA on WHEAT (*Triticum aestivum* L.) DEVELOPMENT UNDER SALT STRESS CONDITIONS

Sevda SÖĞÜT

The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University The
Degree of Master of Science In Field Crops Department

Supervisor: Assistant Prof. Dr. Fatih ÇİĞ

2017, 52 Pages

This study was conducted in Siirt University Faculty of Agriculture, Department of Field Crops Laboratories in 2016. Ceyhan 99 bread wheat cultivar was used in the study. It was aimed to determine the effect of TV14B *Stenotrophomonas maltophilia* P, TV119E *Bacillus* sp. P, TV83D *Bacillus atrophaeus* N, TV54A *Cellulomonas turbata* N, TV113C *Kluyvera cryocrescens* NP, TV83D *B. atrophaeus* +119E TV119E *Bacillus* sp.NP bacterial strains on the development of Ceyhan 99 bread wheat cultivar under salt stress. The germination speed (%), germination rate (%), plant height (cm), root length (cm), plant weight (g), plant dry weight (g), and nitrogen and phosphorus amounts in soil (%) were determined. The experiment was carried out in three replicates according to the split parcel trial design of random blocks with 10 plants per pot.

According to results, maximum plant height was on control (27.7 cm), maximum root length was on TV14B *S. maltophilia* application (28.3 cm), and best germination speed was on TV54A *C. turbata* application. There was no difference for germination rates between applications. Largest plant weight was 0.385 gram on TV14B *S. maltophilia* a phosphate solvating bacteria application, and largest plant dry weight was 0.041 gram on 75 mM salt application. When the amount of nitrogen and phosphorus in the soil was examined; while application of TV83D *B. atrophaeus* + TV119E *Bacillus* sp. gave best results for nitrogen, application of TV14B *S. maltophilia* a bacteria gave best result for phosphorus.

Keywords: PGPR, Wheat, Salt stress, Yield, Yield components

1. GİRİŞ

Tahıllar, dünyada ekiliş ve üretim miktarı en yüksek olan bitki grubudur. Yeryüzünün 1,4 milyar hektar olan işlenen topraklarının yaklaşık yarısında tahıl ekimi yapılmaktadır. Dünyada tahıllara ayrılan alanların %49,5'inde serin iklim tahılları yetiştirilmektedir. Türkiye'de tarım yapılabilir 24,5 milyon hektarlık tarım alanı içerisinde %50 ile en büyük payı tahıllar almaktadır. Toplam tahıl alanları içerisinde ise %67'lik pay ile buğday ilk sırada yer almaktadır. Ülkemiz 2016 yılı verilerine göre buğday ekiliş alanı yaklaşık 9 milyon hektar, üretimi 24 milyon ton ve verimi ise 269 kg/da olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2016).

Birçok ürün cinsini kapsayan tahıllar, geniş bir tür, çeşit ve ekotip zenginliği gösterirler. Bu nedenle tahıllar, diğer kültür bitkilerine oranla daha geniş adaptasyon alanları bulabilmiş, ekvatordan kutuplara, alçak ovalardan yüksek yaylalara kadar yayılabilmektedir. Tahılların özellikle de serin iklim tahıllarının yaygın olarak yetiştirilmelerinin nedeni, adaptasyon yeteneklerinin oldukça yüksek olması, çok geniş iklim ve toprak koşullarında yetiştirilebilme yeteneğine sahip olmalarıdır.

Tahılların verimli toprak isteyen tür ve çeşitleri yanında, kıraç ve fakir topraklarda yetişebilen tür ve çeşitleri de vardır. Ayrıca yetişmesinin kolay olması, taşıma, depolama ve bekletilmeye elverişli olması da, tahılların yeryüzünde çok geniş ekim alanları bulmalarında etkili olmuştur.

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve ülkelerdeki yaşama standartlarının devamlı gelişmesi insan beslenmesi için önemli kaynak olan tarım ürünlerinden daha fazla verim almayı zorunlu hale getirmiştir. Bu nedenle toprak verimliliği kavramı önem kazanmakta ve her gün biraz daha güncelleşmektedir. Birim alanda verimliliğin artırılabilmesindeki en etkin araçlardan biri de kimyasal gübrelerdir. Üretim koşullarına göre değişmekte olsa da gübrelerin verim artışındaki payının %50 civarında olduğu ifade edilmektedir (Aydeniz, 1992). Verim artışına bu denli katkı sağlayan gübrelemeye devlet otoriterince önemli bir kaynak ayrılarak bu girdi desteklenmekte ve teknolojinin bugün geldiği noktada yoğun enerji ve teknoloji girdili tarım uygulamaları ön plana çıkmaktadır (Kaplan ve ark., 2000). Ülkemizde ticari gübre kullanımı son 30 yılda önemli oranda artış göstermiştir. Kullanılan gübrelerin %60.6'sı azot gübrelemesi şeklinde olmuş ve bunun %56.6'sı tahıl tarımında kullanılmıştır (Çolakoğlu ve ark., 1995). Ülkemizde ticari gübre tüketimi, tarımda ileri ülkelerle kıyaslandığında yüksek olmamakla birlikte yanlış gübre kullanımı söz konusudur. Yanlış ve fazla gübre

kullanımı sonucu önemli düzeyde azot ve fosfor, topraklardan yüzey akışı ve drenaj suları ile uzaklaşmaktadır (Gutman, 1999). Bu durum içme suyu rezervlerinde ve yaprağı yenen taze sebzelerde nitrat konsantrasyonunun artmasına neden olmakla birlikte bazı yem bitkilerinde nitrat birikmekte ve bu yem bitkileri ile beslenen hayvanların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Abdel-Monem ve ark., 1997).

Bitki beslenmesi için mikroorganizmalar köklerle temas halinde bulunurlar. Bunun için mikroorganizmalar ya bitkiye köklerinden girerler ya da kökün etrafındaki toprakta (rizosfer) bulunurlar. Rizosferde yoğun mikroorganizma popülasyonu barınmaktadır. Topraktaki fizyokimyasal aktiviteler tamamen bu mikroorganizmalara bağlı olarak gerçekleşmektedir. Mikroorganizmaların bu ilişkisinde bakteriler önemli rol oynar. Bakteriler toprakta yaşayan mikroorganizmaların en büyük kısmını oluşturmaktadır.

Rizosferde yaşayan bazı bakterilerin farklı etki mekanizmaları ile bitki gelişimini birçok yönden desteklediği yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur. Bu faydalı bakteriler Kloepper ve ark., tarafından PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) olarak adlandırılmıştır. PGPR' ler azotu bağlayabilmesi, fosforu ve ağır metalleri çözebilmesi, hormon üretmesi, su ve mineral alımını artırması, kök gelişimini desteklemesi, bitkide enzim aktivitesini artırması, gibi etki mekanizmaları ile bitki gelişimini teşvik etmektedirler. PGPR kavramı daha çok *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir. Biyogübre etmeni ve biyolojik savaş ajanı olan bitki gelişmesini teşvik eden bu bakterilerin (PGPR) çok yüksek bir potansiyele sahip olduğu, farklı bitki, iklim ve toprak koşullarında faydalı olabileceği ortaya konulmuştur (Çakmakçı, 2005).

Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında PGPR'ler bitkinin büyümesine olumlu yöndeki ve bitkinin sistemik dayanıklılığı üzerindeki olumlu etkileri ile biyolojik preparat üretimi üzerindeki çalışmalar arasındaki yerini gün geçtikçe artırmaktadır.

Tarımsal üretimde kalite ve verimi artırmak amacıyla kullanılan kimyasal girdilerin uzun vadede oluşturabileceği hasarın farkına varılmasıyla, yıllardır kimyasallara alternatif çözümler aranmaktadır. "Organik Tarım", "Entegre Mücadele", " İyi Tarım Uygulamaları" gibi çalışmalar sentetiklerin girdisini minimuma indirmeyi

amaçlayan çalışmalardır. Yapılan çalışmalara bakıldığında PGPR'ler bitkinin büyümesine olumlu yöndeki faydaları ve bitkinin sistemik dayanıklılığı üzerindeki olumlu etkileri biyolojik preparat üretimine yönelik çalışmalar arasındaki yerini gün geçtikçe artırmaktadır.

Bitkiye gübre olarak verilen fosforun dahi büyük bölümü hızla bitkilerin faydalanamayacağı formlara dönüşebilmektedir (Aktaş, 1994). Bu fosforun kullanılabilir forma dönüştürülmesi ve bitkiler için faydalı hale geçebilmesi için toprakta bu görevi üstlenen fosfat çözücü bakterilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bakteriler sayesinde hem toprakta bitkiler tarafından kullanılmayacak formda bulunan fosfordan faydalanılarak ekonomik kazanç sağlanacak; hem de inorganik gübrelemenin toprakta birikimiyle bozulan toprak dengesi korunmuş olacaktır.

Yapılan birçok çalışmada abiyotik strese sebep olacak ekstrem sıcaklıklar, yüksek ışık, kuraklık, toksik metaller, yaralanmalar, yüksek tuz miktarı, çevresel organik kirleticiler ya da biyotik strese sebep olacak çeşitli patojenlerin (virüs, bakteri, mantar vb.) varlığının bitki gelişimini inhibe ettiği vurgulanmıştır. Genelde, maksimum gelişim periyotları arasına gelişim inhibisyon periyotlarının girmesi şeklinde bitkinin gelişim sürecini tamamladığı bildirilmiştir (Abeles ve ark., 1992; Glick ve ark., 2007).

Bitki genç fide dönemindeyken PGPR'lar etkili bir şekilde gelişmeyi teşvik ederek bitkinin çevresel streslere hassas olduğu dönemlerde özellikle gelişme dönemi boyunca, bitkinin stres faktörlerine karşı korunmayı sağladığı gözlenmiştir. PGPR'lar sayesinde bitkide yüksek gelişme gösterdiği ve stres şartlarını sağlıklı bir şekilde atlattığı tespit edilmiştir (Shantharam ve Mattoo, 1997).

Öldürücü olmayan stres dönemlerinde bitki gelişimi önemli derecede etkilenir. Bu yüzden gelişme sürecindeki bitkinin gerçek verimi stres faktörlerinin yoğunluğu ve sayısına bağlı olarak değişir (Glick, 1995; Glick ve ark., 1999).

Toprakta belli oranın üstündeki tuz miktarı, bitkisel üretimi sınırlayan başlıca unsurlardandır (Kausar, 2006). Kurak ve yarı kurak bölgelerde görülen tuzluluk stresinin, verim üzerine olumsuz etkileri vardır. Tuzlu topraklarda bitkilerin suya olan ihtiyacı artmaktadır. Sıcak ve kurak bölgelerde yapılan yoğun sulamalar sonucunda oluşan tuzluluk sorunu bu bölgelerde tarımsal üretimi önemli ölçüde sınırlayıcı bir faktör olmaktadır. Dünyada sulanan tarım alanlarının %20'si yetersiz sulamanın bir sonucu olarak ortaya çıkan ikinci bir tuzlulaşmayla karşı karşıyadır (Mayak ve ark., 2004a). Bitkilerde tuz stresi altında hücre içi etilen üretimi gözlenmiştir (Cuartero and

Fernandez-Munoz 1999; Blumwald 2000). Araştırmalar ACC deaminaz aktivitesine sahip PGPR ile muamele edilen bitkilerin tuz stresine maruz olduğu durumlarda da normal gelişim deseni gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Tuzluluk bitki gelişiminin azaltmaktadır. Ancak bakteriler tuzluluğun olumsuz etkilerini azaltma özelliği gösterir

Bu amaçla araştırmada inorganik gübrelemenin çevre ve insan sağlığında oluşturduğu tehditten sakınmak amacı ile gübreleme ihtiyacına alternatif biyolojik gübre elemanı olarak azot bağlayıcı ve fosfor çözücü bakteriler kullanılmıştır. Bunun yanı sıra mikroorganizmaların tuz stresi altındaki bitkinin büyüme ve gelişmesine olan etkileri araştırılmıştır.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) bakterilerinin bitkilerde verim artışı etkisi üzerine birçok ülkede araştıma yapılmaktadır (Chen ve ark., 1996; Arias, 2000; Luz, 2000; Romerio, 2000; Wall, 2000).

PGPR bakterilerinin bitki gelişmesine olan olumlu etkileri tam olarak açıklanamamış ancak; bu bakterilerin oksin (Jeon ve ark., 2003; Aslantaş ve ark., 2007; Sabır, 2013), sitokinin (Timmusk ve ark., 1999; García de Salamone ve ark., 2001), gibberellin (Gutiérrez-Mañero ve ark., 2001) ve etilen (Glick ve ark., 1995) gibi bitkisel hormonları üretebildiği, asimbiyotik olarak azotu (N) fikse ettiği (Şahin ve ark., 2004); mineral fosfatı (P) çözebildiği, organik fosfat ve diğer besin elementlerini mineralize ettiği (Jeon ve ark., 2003; Canbolat ve ark., 2006), siderofor, antibiyotik, enzim ve fungusit bileşiklerini sentezleyerek veya rekabet gibi mekanizmalarla patojenlere karşı antagonistik etki gösterdiği (Dobbelaere ve ark., 2002; Dey ve ark., 2004) bilinmektedir.

Bakterilerin biyogübre veya kontrol ajanı olarak tarımda kullanılması 1990'lı yıllardan sonra artmıştır. Biyolojik gübrelemenin kapsamı genişleyerek serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu bakteriler *Serratia*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Alcanigenes*, *Arthrobacter*, *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum* ve *Flavobacterium* cinslerindeki ırkları içermektedir (Kotan 2014).

Türkiye'de kök bakterilerinin bazı bitki gelişim ve verim üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda; gelişim ve verimi arttırdığı belirtilmiştir (Eşitken ve ark., 2002; Orhan ve ark., 2006). Bazı çalışmalarda ise bakterilerinin farklı bitki zararlı ve patojenlerine karşı biyolojik savaş ajanı olarak etkinlikleri araştırılmış oldukça etkili sonuçlar elde edilmiştir (Kotan 1998; Şahin ve ark., 2000; Kotan 2002; Aslan 2005; Karagöz 2009; Kotan ve ark., 2009; Karagöz ve ark., 2014).

Domates, arpa, biber gibi bazı kültür bitkilerinde özellikle *Azospirillum*, *Azotobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, ve *Bradyrhizobium* ile inokulasyonun bu bitkilerde kök yüzey alanında, kök kuru ağırlığında ve bitkilerin verimde önemli düzeyde artışlar sağlamıştır (Carletti, 2000).

Çakmakçı ve ark., (2006) şeker pancarı ve arpada kök bakterilerinin bitki gelişimi ve toprak özelliklerine yapmış oldukları etkileri inceledikleri çalışmalarında, beş N₂ fikse eden (*Bacillus* RC08, *Rhodobacter* RC04, *Paenibacillus* RC05, *Pseudomonas* RC06, *Bacillus* OSU-142) ve iki P çözücü (*Bacillus* RC07, *Bacillus* M-13) bakterileri mineral gübre (N ve P) ve kontrol ile kıyaslamıştır. Bakteri aşulamaları toprakta mineral azot kapsamını arpada kök ve gövde ağırlığını arttırmış olup toplam bakteri sayısında da artış olmuştur. Arpa tohumlarının RC07, M-13, RC08, RC04, RC05, RC06 ve OSU-142 bakterileri ile aşılama sırasıyla kök ağırlığını % 21.4, 17.9, 25.0, 21.4, 28.6, 21.4 ve 32.1; gövde ağırlığını ise %39.0, 30.5, 28.8, 32.2, 54.2, 32.2 ve 47.6 oranında artırmıştır. Sera koşullarında bakteri inokulasyonu şeker pancarı kök ağırlığını % 2.8-46.7 oranında artırmıştır. Bakteriyel etkinlik gelişme döneminin erken evrelerinde daha da belirginleşmiştir. Yüksek ve düşük organik madde içerikli topraklarda bakteri inokulasyonu yaprak veriminde %15.5-20.8, kök veriminde %12.3-16.1 ve şeker veriminde ise %9.8-14.7 oranlarında artışa neden olmuştur. Bitki gelişimi inokule edilen bakteri, toprak organik madde içeriği, bitki gelişme dönemi, hasat tarihi ve ölçülen gelişim parametrelerine bağlı olarak değişmiştir. Bu araştırmada test edilen *Bacillus sp.* (OSU-142, RC07 ve M-13), *Paenibacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* ve *Rhodobacter sp.* izolatlarının organik ve sürdürülebilir tarımda biyolojik gübre olarak kullanılabilir önemli bir potansiyele sahip olduğu rapor edilmiştir.

Jalili ve ark., (2009) *P. fluorescens* bakterisi türünde ACC deaminaz enzimine sahip türleri izole ve karakterize etmek amacıyla kanolada yapmış olduğu çalışmada bitkide gelişimi artırıcı faktörleri ve kanola tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerini belirlemeyi hedeflemiştir. İzolatların %14'ünün tuzluluk stresi altında ACC deaminaz aktivitesi (ACC'yi azot kaynağı olarak kullanma yeteneği) gösterdiğini görmüştür. ACC deaminaz içeren *P. fluorescens* ve *P. putida* türleriyle inokule edilen tohumların çimlenme oranı daha yüksek çıkmıştır. Kanola tohumlarının ACC deaminaz aktivitesi gösteren türlerle inokulasyonunun kanolada tuzluluk stresinin tohum çimlenmesi ve gelişimi üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerini hafifletebileceği sonucu ön görülmüştür.

Mayak ve ark., (2004a) İsrail’de yapılan bir çalışmada tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerdeki gelişimde görülmesi muhtemel gerilemelerin giderilmesi için bitki kök rizosferinden izole edilen ve ACC deaminaz enzimi taşıyan *Achromobacter piechaudii* bakterisi kullanma yoluna gidilmiştir. Yapılan çalışmada 172 mM üzerinde NaCl varlığında bu bakterinin domates fidelerinde yaş ve kuru ağırlık artışına sebep olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonuçları incelendiğinde bitkideki sodyum miktarının değişmediği, fosfor ve potasyum alımının arttığı ve bu durum sonucunda tuzluluk stresinin bitkiye olumsuz etkilerinin azaldığı saptanmıştır. *A. piechaudii* bakteri ırkının tuz stresine bağlı olarak artacak olan etilen düzeyini önemli derecede düşürerek domatesin gelişiminde bu stres sebebiyle oluşabilecek olumsuzlukları azalttığı görülmüştür.

2006 yılında Saravanakumar ve Samiyappan’ın yapmış oldukları çalışmada *Pseudomonas* türlerinin tuz stresi altındaki yerfıstığı bitkisinde ACC deaminaz aktivitelerini belirleme ve ACC deaminaz enziminin in vitro ve tarla koşullarında stres altındaki yerfıstığına etkisini gözlemlemeyi hedeflemişlerdir. İn vitro koşullarda tuz stresine maruz kalan yerfıstığı bitkileri üzerindeki etkinliklerini değerlendirmek amacıyla dört PGPR ırkı kullanılmıştır. PCR analizleri bu dört suşun floresan pseudomonas grubuna ait olduğunu göstermiştir. Bunların içinde *P. fluorescens* TDK1 suşunun yerfıstığı fidelerinin büyüme parametrelerinde artış noktasında yüksek performans gösterdiği saptanmıştır. Biyokimyasal ve moleküler (PCR) analizlere göre dört suş arasında *P. fluorescens* TDK1 suşu daha yüksek ACC deaminaz aktivitesi ve PCR analizine pozitif reaksiyon göstermiştir *P. fluorescens* TDK1 ırkından izole edilen ACC deaminaz geni tuzdan etkilenen yerfıstığı bitkilerine klonlanarak test edilmiştir. Yerfıstığının tuz stresine maruz kalmasına rağmen denemede kullanılan ırkın yüksek ACC deaminaz enzim aktivitesi sayesinde yerfıstığı ürün veriminde yüksek performans izlenmiştir.

Nadeem ve ark., (2006) yürüttükleri araştırmada tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin gelişiminin olumsuz etkilenmemesi için ACC deaminaz aktivitesine sahip mikrobiyal ırkların potansiyelinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. Tuz stresinden etkilenmiş bölgelerden toprak örnekleri alınarak izole edilen 20 rizobakteri ırkı ACC deaminaz aktivitesi ve bitki gelişimine olan etkileri test edilmiştir. Gelişimi önemli düzeyde artırdığı görülen S5, S15 ve S20 strainleri saksı denemeleri için kullanılmıştır. Saksı denemelerinde tuzluluk seviyesinin artmasının mısır fidelerinde

gelişimin gerilemesine yol açtığı bununla birlikte 3 bakteri strain inokülasyonu sağlanan mısır tohumlarının bu tüm tuzluluk seviyelerinde iyi bir performans sağladığı gözlenmiştir. Araştırma sonucunda rizobakteriyel ırkların hücre içi ACC'nin deaminasyonunu sağladığı ve ACC deaminaz içeren bu bakterilerle inokülasyonun strese bağlı olarak etilen oluşumuna ve bundan kaynaklanacak negatif etkilerini önleyebileceği görüşüne varılmıştır.

Kausar ve ark., (2006) tuz stresine maruz kalmış mısırın gelişimini artırmak amacıyla ACC deaminaz enzimi taşıyan rizobakterileri kullanarak kontrollü koşullarda bir çalışma düzenlemiştir. Tek azot kaynağı olarak ACC' nin kullanıldığı minimal salt medium'da bakteriler geliştirilmiştir. Öncelikle sterilize edilen mısır tohumları petri plaklarda çimlenmeye bırakılmıştır. Düzgün bir şekilde çimlenen tohumlar seçilerek belirlenen suşlar ile inokülemiştir. Mısır için NaCl kullanılarak farklı tuz seviyeleri oluşturulmuştur. Gelişen fidelere besin sağlamak için Hoagland çözeltisi kullanılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla; EC 9 dS.m⁻¹ 'de *P. fluorescens* A (N3) suşu ile inokülasyon sonucu kök uzunluğunda 3,3 kat, 12 dS.m⁻¹ 'de *P. putida* A (Q7) suşu ile aşılama yoluyla sürgün uzunluğunda 2,3 kat, 6 dS.m⁻¹ 'de N3 ile inokülasyonla ise yaş ağırlıkta 1,13 kat artış hesaplanmıştır.

Sıkıştırılmış toprakta arpa bitkilerinin gelişimine mineral ve biyolojik gübrelemenin nasıl etki ettirdiği incelenen bir çalışmada mineral gübre (N, NP, P) ve bitki gelişimini teşvik edici bakteri türleri (*Bacillus licheniformis* RC04, *Paenibacillus polymyxa* RC05, *Pseudomonas putida* RC06, *Bacillus sp.* OSU-142) kontrol uygulaması (bakteri inokule edilmeyen ve mineral gübre uygulanmayan) ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kimyasal gübrelere PGPR uygulamalarının alternatif olarak kullanılabilmesi rapor edilmektedir (Canbolat ve ark., 2006).

Çeltik (Sudha ve ark., 1999), arpa (Çakmakçı ve ark., 1999), şeker pancarı (Şahin ve ark., 2004), buğday (De Freitas, 2000), mısır (Pal, 1998) ve ıspanak (Çakmakçı ve ark., 2007b) gibi bitkilerin *Bacillus* izolatları ile inokülasyonunda bu bitkilerin veriminde önemli artışlar elde edilmiştir. PGPR inokülasyonu yazlık buğday (Walley ve Germida, 1997), ıspanak (Çakmakçı ve ark., 2007b), marul (Barazani ve Friedman, 1999; Arkhipova ve ark., 2005), çilek (Kokalis-Burelle, 2003) ve yerkıstığının (Dey ve ark., 2004) gelişmesini teşvik etmiştir (Mirik, 2005).

Shaharoon ve ark., (2008), Pakistan'da yürütmüş oldukları bir çalışmada bitkilerin besin elementleri alımlarının kök büyüklüğü ve besin elementlerinin kök

çevresindeki alınabilirliklerine bağlı olduğunu belirterek, farklı dozlarda uygulanan mineral gübrelerden azot, fosfat ve potasyum uygulamaları ile *Pseudomonas* cinsine ait PGPR izolatlarının etkinlikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Buğday bitkisinde yürütülen araştırmalar sonucunda, izolatlarının etkinliğinin yüksek doz gübre uygulamaları ile azaldığını ve PGPR izolatlarının uygun dozlarda gübre uygulaması ile kombine halde kullanımlarının daha yararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Gholami ve ark., (2009), PGPR'ın mısır bitkisinde verim, çimlenme ve fide gelişimine etkisini incelemek için yapmış oldukları çalışmada, her bir parametre için 3 ayrı deneme kurmuşlar ve bu denemede 6 bakteri izolatını (*Pseudomonas putida* R-168 izolatı, *P. fluorescens* R-93 izolatı, *P. fluorescens* DSM 50090 izolatı, *P. putida* DSM291 izolatı, *Azospirillum brasilense* DSM 1690) kullanmışlardır. Çalışmada ilk denemenin sonuçlarına göre; tohum inokülasyonu, önemli derecede tohum çimlenmesini ve fide büyüklüğünü etkilemiştir. İkinci denemede, yaprak ve dal kuru ağırlıkları, yaprak alanı önemli derecede bakteri inokülasyonu tarafından hem steril, hem de steril olmayan topraklarda artmıştır. Üçüncü denemede, bakteri izolatlarıyla inoküle olmuş mısır tohumlarının bitki boyunu, 100 tane ağırlığını, yaprak alanını ve her koçandaki tohum sayısını artırdığını saptamışlardır. Elde edilen sonuçlardan, istatistiksel olarak koçan ve dal kuru ağırlığını da artırdığını gözlemlemişlerdir.

Yang ve ark., (2009), Kuzey Kore'de yaptıkları bir çalışmada PGPR bakterilerinin, bitkilerin tuz ve kuraklık stresine karşı dayanıklılık sağladığını bildirmişler ve böylece topraktaki azot ve fosforun daha etkili kullanılması ile suni gübrelere daha az ihtiyaç duyulacağını buna bağlı olarak su kirliliğinin azalmasının etkili olabileceğini rapor etmişlerdir.

Toprakta serbest halde yaşayan ve N-fikse eden *Azospirillum* türleriyle sorgum, mısır ve buğdayda yapılan çalışmalarda bu bakterilerin hem bitkiye azot sağladıkları hem de bitki kök gelişimini arttırarak gelişen kökleri ile su ve mineral madde alınımında artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Okon ve ark., 1998).

Urdiales ve ark., (1998), Meksika'da kalkerli topraklarda yaptıkları bir çalışmada, N ve P kimyasal gübreleme maliyetinin yüksek olması ve etkinliğinin düşük olması sebebiyle yeni bir arayışa girerek kışlık buğdaylar üzerinde *Rhizobium* cinsi bir bakteri ve humik asidin etkileri incelenmiştir. Çalışmada bakteri uygulamasının, sap ağırlığını %34 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Bunun nedenini ise bitki büyümesini düzenleyici maddelerin aktivitesinin ve N asimilasyonunun artmasına bağlamışlardır.

Erman ve ark., (2010), buğday ve şeker pancarında büyüme ve verim üzerine azot fikse eden ve fosfat çözücü PGPR' ın etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada buğdayda 11 ve şeker pancarında 15 adet bakteri suşu ile 5 farklı kontrol uygulamasının [gübresiz ve bakterisiz (kontrol), azot (N), fosfor (P), tam doz N+P (N1P1) ve yarım doz N+P (N2P2)] etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Buğdayda incelenen özellikler bakımından kontrol uygulamasına göre en yüksek artışlar N1P1 uygulamasından elde edilmiştir. *Achromobacter xylosoxidans* TV6E ve *Rhodococcus erythropolis* TV70H izolatları, N, P ve N2P2 uygulamalarından daha yüksek tane verimi vermişlerdir. Şeker pancarında kök ve yaprak verimi bakımından en yüksek değerler N1P1 uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler gübresiz ve bakterisiz kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Verim değerleri bakımından *Bacillus pumilus* TV73A, *Paenibacillus macerans* TV11G, *Bacillus subtilis* TV17C ve *Achromobacter xylosoxidas* TV6E, inorganik gübre uygulamasına yakın değerler vermişlerdir. Şeker içeriği bakımından *Bacillus megaterium* TV3D ve *Bacillus cereus* TV66C, en yüksek değeri veren N1P1 uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Kuru madde içeriği bakımından en yüksek değerler sırasıyla N1P1, *Pseudomonas fluorescens* TV11D, N2P2 ve *B. cereus* TV66C uygulamalarından elde edildiğini belirtmişlerdir.

Khalid ve ark., (2003), farklı buğday çeşitlerinde rhizobakterilerin büyüme ve verimi artırma üzerine olan etkilerini değerlendirmeye yönelik saksı ve parsel denemeleri yapmışlardır. Bu amaçla buğday rizosfer toprağından izole edilen bakterilerin 31 izolatından oksin üretme özelliğindeki yağ oluşturan 4 PGPR straininin (W-9, W-11, W-14 ve W-29) 4 buğday çeşidi (Pashan-90, İnqılab-91, Watan-93, ve Punjab-96) tohumlarına uygulamışlar ve uygulamaların bitki büyümesini teşvik etme oranlarını değerlendirmişlerdir. Araştırma sonunda PGPR izolatlarının bitki yüksekliğini (%9,9), kardeş sayısını (%32,3), başak uzunluğunu (%6,8'e kadar), başakçık oranını (%14'e kadar), saman ve dane verimlerini (%16,1 ve %29'a kadar) buğdayın test edilen tüm çeşitlerinde önemli oranda artırdığını belirlemişlerdir.

Reynders ve Vlassak (1982), *Azospirillum brasilense*'nin 10 kışlık ve 4 yazlık buğday çeşidinin gelişmesi üzerine etkilerini farklı değerlerdeki azot dozlarında gözlemlemeyi amaçladığı çalışmayı Belçika'da tarla denemesinde yürütmüşlerdir. Çalışmada kışlık buğday çeşitleri ile aşılamanın tane ve azot verimine etkisi iki strainde (*Azospirillum brasilense* SpBr14 ve *Azospirillum brasilense* S631) de istatistik olarak

çok önemli olmuş ve bu strainlerin azot verimini ve tane verimini kontrole göre arttırmış olduğunu gözlemlemişlerdir. Yazlık buğday çeşitleri ile yapılan tarla denemesinde ise aşılama; kardeş sayısı ve tane verimini etkilemiş, kardeş sayısı bakımından her iki strain de aşılamanın etkisi önemli olmuş, aşılama ile kardeş sayısı artmıştır. Tane verimi yönünden ise S631 straini ile kontrol arasında farklılık çıkmazken, SpBr 14 straini ile kontrol arasında önemli fark ortaya çıkmıştır.

Millet ve Feldman (1984), tarımı yoğun olarak yapılan bir yazlık buğday çeşidini (*Triticum aestivum*) *Azospirillum brasilense* ile aşılama yaparak yaptıkları çalışmada 4 azotlu gübre seviyesinin verime etkisini çalışmışlardır. En yüksek N uygulandığında ve *Azospirillum brasilense* ile aşılama yapıldığında bitki veriminde artış sağlamışlardır. Verim artışını, bitkide gözlemlenen başak sayısı artışı ve bitkide tane sayısı verim ögeleri ile gözlemlemiş olup bunun gübrelemenin en yüksek dozundan dolayı olduğunu belirtmişlerdir. Azot dozlarının tamamında aşılamanın ana başaktaki fertil başakçık sayısında % 0,5-1,4 artış meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır. Gübreleme uygulamalarından dolayı tane protein yüzdesi önemli artış meydana getirmesine rağmen, aşılamanın herhangi bir etkisinin olmadığını bildirilmiştir.

Darmwal ve Gaur (1988), tarafından sera koşullarında buğday bitkisi üzerine yürütülen çalışmalarında *Azospirillum lipoferum*, *Aspergillus awamori*, *Aspergillus niger*'in buğdayın verimi ve azot alımı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Elde ettikleri veriler doğrultusunda çalışmalarında kullandıkları tüm bakteri suşlarının azot alımını ile tane ve saman verimini arttırdığını, kontrole göre en yüksek tane ve sap verimini ise *A. lipoferum* + *A. awamori* kombinasyonunun sırası ile %38,2 ve %41,3 oranında arttırdığını belirtmişlerdir.

Rai ve Gaur (1988), Hindistan'da yaptıkları çalışmada *Azotobacter* I1 ve *Azospirillum* I2 'nin buğday veriminde oluşturduğu etkileri, farklı azot dozları ile (0, 4, 8 ve 12 kg/da) karşılaştırmışlardır. Deneme sonucuna göre en fazla verim artışının 12 kg/da N uygulamasında ortaya çıktığını, *Azospirillum* ile aşılamanın kontrole karşılaştırıldığında tane verimi %9.1, kuru madde oranını %6.2 ve azot veriminin %11.6 oranında ve *Azotobacter* ile aşılama ise %8.2, %2.6 ve %5.3 oranında; iki bakteri (I1 + I2) ile aşılama durumunda %13.9, %12.6 ve %16 oranında arttığını sonucuna varmışlardır. Bakteri aşılması yapılan parseller içerisinde en yüksek verim ikili kombinasyon uygulamasından elde edilmiştir.

Kloepper ve ark., (1989), yaptıkları araştırmalarda topraklarda doğal olarak bulunan fosfat çözücü bakterilerin bitki gelişimi için yetersiz olduğunu, bu nedenle P çözücü bakteri inokulasyonu ile bitki gelişiminin teşvik edilmesinin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bakteriler tarafından salgılanan bitkisel hormon, antibiyotik, siderofor ve diğer maddelerin bitkiler için P alınabilirliği ve gelişmeyi teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Bhattarai ve Hess (1993), Nepal orijinli *Azospirillum* spp.' nin aşılandığı Nepal yazlık buğday çeşitlerinde verime olan etkilerini araştırmak amacıyla Nepal' in ılıman ve kurak topraklarındaki buğday tarlalarından elde etmiş oldukları *Azospirillum* spp. bakterilerini denemelerinde kullanmışlardır. Farklı buğday çeşitlerinde *Azospirillum* 10SW Nepal izolatu ile aşılanmanın bitki sürgünlerindeki N içeriğini, tanede N içeriğini ve tane verimini önemli derecede arttırdığını tespit etmişlerdir. Nepal buğday çeşidi Seto ile yapılan denemede *Azospirillum* 10SW izolatu, Brezilya izolatu olan *A. lipoferum* Sp 108 st.'nin özellikle Turbo çeşidindekine göre daha önemli sonuç verdiğini ileri sürmüşlerdir. En yüksek etkinin *Azospirillum* 10SW ve Seto kombinasyonunda elde edildiğini belirtmişlerdir.

Rodriguez Caceres ve ark., (1996), *Azospirillum brasilense* ve *Bacillus polymyxa*'nın buğday verim özelliklerine etkisini belirlemek için Arjantin'in yarı kurak bölgesinde tarla koşullarında çalışma yapmışlardır. Tohumları *Azospirillum brasilense* ve *Bacillus polymyxa* 2 farklı suşla aşılamışlardır. Çalışmada, 1987-1991 periyodunun kış başlangıcında 100 kg/ha yoğunluğunda buğday ekimi yapmışlardır. *Azospirillum brasilense* Az 39 suşu Cochic INTA buğday çeşidinde verimi; 1988-1989'da % 13,4, 1990-1991'de % 24,3 ve 1991-1992'de % 15,5 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Buck Poncho buğday çeşidinde ise verimin % 21,6 ve Prointa Pigüe'de sonraki iki periyotta % 20,8 ve % 33,3 oranında arttığını ileri sürmüşlerdir. Gübresiz topraklarda Az 39 suşunun verimi arttırdığı sonucuna varmışlardır. Cochic INTA tohumlarının *Bacillus polymyxa* Bp 4317 ile aşılanmasıyla verimin iki farklı yılda % 13,6 ve % 19,5 oranında arttığını ileri sürmüşlerdir. Prointa Pigüe çeşidinde verim artışının % 20,1 oranında gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar tanede protein içeriğinin aşılama ile önemli miktarda değişmediğini bildirmişlerdir.

Çakmakçı ve ark., (1997), Sonja şeker pancarı ve Tokak 157/37 arpa çeşidi üzerinde azot (*Bacillus polymyxa*) ve fosfat (*Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*) bakterileri ile tohum aşılamasının sera ve tarla koşullarında verim üzerinde nasıl etki

birakacağını belirlemek amacı ile bir çalışma yapmış, bu çalışmasını mineral gübreleme ve kontrol parselleri ile karşılaştırmalı olarak denemeye tabi tutmuşlardır. Sera koşulları altında yetiştirilen şekerpancarında azot bağlayıcı bakterilerinin kök verimini %16.5 ve fosfor çözücü bakterilerinin kök verimini %6.6, arpanın tane verimini ise sırası ile %19.5 ve %11 oranında arttırdığını belirtmişlerdir. İki bakteri (*Bacillus polymyxa* + *Bacillus megatherium* var. *Phosphaticum*)) suşunun kombinasyonun uygulanması durumunda ise, arpa ve pancar veriminin sırası ile %25.9 ve % 18.5 oranında arttığı sonucuna varmışlardır. Tarla koşullarında ise kontrole göre azot bağlayıcı ve fosfat çözücü bakterinin arpanın tane veriminde meydana getirdiği artışı sırası ile %20.2 ve %12.7, ikili kombinasyonun meydana getirdiği artışı %22.3 ve mineral gübreleme sonucu meydana gelen artışı ise %28.7 olarak tespit etmişlerdir. Çakmakçı ve ark. çalışmalarında bakteri aşılmasının kontrole göre verimde önemli artış sağladığını, nem ve sıcaklığın uygun olduğu sera koşullarında bakterinin göstermiş olduğu etkinin daha yoğun olduğunu ve bu sebeple verimli topraklarda biyolojik gübrelemenin mineral gübrelemeye alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Dokuyucu ve ark., (1997) Kahramanmaraş'ta yaptıkları çalışmada *Azospirillum brasilense* Sp246 ile aşılana Gemini ekmeklik buğday çeşidinde verim öğeleri üzerine etkisini sera koşullarında belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan fark istatistik olarak önemsiz olup, *Azospirillum brasilense* Sp246 ile aşılana bitkiler kontrolle kıyaslandığında sırası ile kardeş sayısının 1.16 ve 1.12; bitki boyunun 56,9 ve 50.7 cm; başak uzunluğunun 7.32 ve 6.57 cm; başaktaki tane sayısının ise 30.5 ve 25.4 adet olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Bakteri ile aşılana parsellerde verime direkt olarak etki eden bayrak yaprağı alanının % 28.3 oranında arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar denemelerinde aldıkları gözlemlerden başaktaki tane ağırlığını, aşılana parsellerde 1g, kontrol parsellerinde 0.75g olduğu sonucuna varmışlar ve aradaki farkın % 33 oranında olduğunu ortaya koymuşlardır.

Omar (1997), yapmış olduğu çalışmada, *Bacillus polymyxa*'nın azot fikse edebildiğini ayrıca topraktaki patojen bakterileri baskı altına aldığını, besin maddelerinin alımını artırdığını ve bu bakterilerin bitki gelişimini olumlu etkileyen hormonal maddeleri salgıladığını ortaya koymuştur.

Barazani ve Friedman (1999), yaptıkları çalışmada bakteri suşlarının üretmiş oldukları oksin madde miktarının oluşabilecek yararlı (PGPR) veya zararlı (DRB; deleterious rhizobacteria) etkilerde rol oynadığını bildirmişlerdir. Yürütülen çalışmada

fazla miktarda indol asetik asit üreten *Micrococcus luteus*, *Streptovercillium* sp., *Gluconobacter* sp. ve *P. putida* bakterilerinin inokulasyonu ile kök gelişiminin baskılandığını, *Agrobacterium* sp., *Alcaligenes piechaudii*, *Comamonas acidovorans* gibi indol asetik asiti diğerlerine göre daha düşük seviyelerde üreten bakterilerin inokulasyonu ile bitki gelişiminin tetiklendiğini kaydeden araştırmacılar, PGPR suşlarının indol asetik asit dışında gelişimi destekleyici salgılar ürettiğini savunmuşlardır.

Çakmakçı ve ark., (1999), N bağlayıcı ve P çözücü bakteriler ile tohumları aşılanan arpa ve şekerpancarında kontrol ve mineral gübre uygulamalarını karşılaştırmak amacıyla hem tarla hemde sera da çalışma yapmışlardır. Sera koşullarında tohuma bakteri aşılmasının kontrole göre şeker pancarı kök ve arpa tane verimini arttırdığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar *Bacillus polymixa*'nın çok etkili olduğunu fakat ikili aşılamanın şeker pancarında % 19 ve arpada % 25,9 oranında artış meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, arpa tohum verimlerini *Bacillus polymixa*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* ve ikili kombinasyonlarının kontrole göre sırasıyla % 15, % 8,4 ve % 18,2 oranında arttırdığını, şeker pancarı kök verimlerini yıllar ve alanlar ortalaması dikkate alındığında tarlada sırasıyla %12, % 7,5 ve % 16,5 oranında arttığını bildirmişlerdir. Diğer verim ve verim öğelerinin özellikle ikili kombinasyonlarda artışlar meydana getirdiğini savunmuşlardır. Bununla birlikte verim ve verim öğelerindeki artışın mineral gübre uygulamaları ile karşılaştırıldığında daha düşük gerçekleştiği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmada araştırmacılar bakteri aşılamının faydalı etkisinin, zengin killi topraklı alanlarda ve iyi sulanan saksı denemelerinde daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar çalışmaları sonucunda *Bacillus polymixa*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*'u ikili veya tekli olarak tohuma aşılamının, şeker pancarı ve arpa üretiminde yüksek rakımlarda ve soğuk iklimlerde dahi NP gübrelemesinin yerini alabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Çakmakçı ve ark., (2001), çeşitli kaynaklardan izole ettikleri 7 azot bağlayıcı bakterinin etkinliğini belirlemek amacıyla Erzurum'un yüksek platolarında tarla koşullarında şeker pancarı ve arpa üretim çalışmasını yürütmüşlerdir. Tohuma aşılamanın bakterilerden 5'i *Bacillus*; (BA-140, BA-142, M-3, M-13 ve M-58,) diğer ikisi ise *Burkholderia* (BA-7) ve *Pseudomonas* (BA-8) suşlarıdır. Çalışmada kontrol parselleri olarak azot, fosfor, azot ile fosforun birlikte uygulaması ve aşılama yapılmayan ve

herhangi bir gübre uygulanmayan parsellere yer vermişlerdir. Tarla şartlarında denemenin yapıldığı her iki yılda bakteri ırklarıyla aşılama yapmanın şeker pancarı ve arpada verim ve kalite parametrelerinde önemli oranda artışlar sağladığı belirlenmiştir. Her iki yılın ortalamasına göre şeker pancarı tohumlarının BA-140, BA-142, M-58, BA-7, BA-8, M-13 ve M-3 ile aşılması, kök verimini kontrole göre sırası ile % 13.0, 12.6, 10.5, 9.2, 8.1, 6.1, 6.5 ve şeker verimini % 7.8, 6.3, 5.1, 4.0, 3.2, 2.3 ve 5.3 oranında arttırmıştır. N, P ve NP uygulamaları kök verimini sırası ile % 13.6, 5.3 ve 21.4, şeker verimini ise % 6.1, 4.0 ve 14.8 oranında arttırdığını belirtmişlerdir. Test edilen bakterilerin azot uygulaması ile aynı verimi verdiği sonucuna varmışlardır. Bakteri aşılamalarının tamamının arpanın biyolojik verim ve tane verimini kontrol parsellerinden daha fazla arttırdığını gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, tohumları özellikle BA-140 ve BA-142 suşları ile aşılamanın yüksek bölgelerdeki tarla koşullarında şeker pancarı ve arpanın ihtiyacı olan N gereksinimlerini karşılayabileceğini bildirmişlerdir.

Jeon ve ark., (2003) Kore'de yaptıkları çalışmada, verimsiz bir göl kenarı toprağını kullanmışlardır. *P. fluorescens* ve *B. megaterium* suşlarının inoklasyonunun bitki büyümesine önemli derecede katkıda bulunduğunu bildirmişler, bu katkıya suşların ürettiği fitohormonların sebep olduğunu özellikle indol asetik asit ve toprakta çözünemeyen formdaki fosfatın çözünmesi ile ilgili olabileceğini vurgulamışlardır.

Öztürk ve ark., (2003), üç farklı azot gübreleme seviyelerinde bitki gelişimini teşvik edici bakteri aşılamanın, buğday ve arpada verime etkisini araştırmışlardır. Çalışmada bir buğday (Kirik) ve bir arpa (Tokak 157/37) çeşidinin *Azospirillum brasilense* Sp246 ve *Bacillus sp.* OSU-142 ile aşılamanın, tarla koşulları altında iki yıl boyunca azotlu gübrelemenin üç seviyesi (0, 40 ve 80 Kg N/ha) ile ilişkisini çalışmışlardır. Tohumları *Azospirillum brasilense* Sp246 ile aşılamanın buğday ve arpanın her ikisinde de verim ve verim öğelerini önemli düzeyde etkilediği ortaya konulmuştur. Azot dozları ve yılların ortalaması ele alındığında *Azospirillum brasilense* ile aşılama kontrole göre metrekaredeki başak sayısını, başakta tane sayısını, tane verimini ve ham protein oranını sırasıyla buğdayda % 7.2, % 5.9, % 14.7 ve % 4.1 ve arpada % 6.6, %8.1, % 17.5 ve %5.1 oranında arttırdığını gözlemlemişlerdir. Tane verimi ve verim öğeleri, kontrole karşılaştırıldığında; aşılama parsellerindeki azotlu gübreleme seviyelerinin tamamında daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Fakat buradaki artışın, yüksek azot dozlarında azalma gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bitki

gelişimini teşvik etmek için *Azospirillum brasilense* Sp246'nın, organik ve iyileştirilmiş tarım uygulamalarında yazlık buğday ve arpa yetiştiriciliği için biyolojik gübre olarak kullanılma potansiyeline sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Çakmakçı ve ark., (2004), tarafından yapılan çalışmada buğday ve arpa kök bölgesinden izole edilen *Bacillus* RC01, *Bacillus* M-13, *Bacillus* RC02, *Rhodobacter* RC04, *Paenibacillus* RC05, *Pseudomonas* RC06 ve *Bacillus* OSU-142 bakterileri ile aşılamanın, arpa kök ağırlığını sırasıyla % 21.4, 17.9, 25.0, 21.4, 28.6, 21.4 ve 32.1 gövde ağırlığını ise % 39.0, 30.5, 28.8, 32.2, 54.2, 32.2 ve 47.6 oranında artırmış olduğunu ifade etmişlerdir. Bu suşların biyolojik gübre olabilecek önemli potansiyele sahip olduğu ileri sürülmüştür.

Narula ve ark., (2005), *Azotobacter* gibi yüksek azot bağlayan ve bitkisel hormon üreten diazotropları izole etmişler, tanılamışlar tarla koşulları altında ki buğday ve pamuk bitkisinde çeşitli azot dozları ile biyolojik gübre olarak kullanmışlardır. Biyolojik gübre etkinliğini, iki yıl süreyle tarla koşullarında yetiştirilen bitkilerde verim öğeleri, kuru ağırlık ve farklı günlerde bakterilerin hayatta kalma oranı ile belirlemişlerdir. Belirgin etkileri buğdayda biyolojik aşılama için kullanılarak gözlemlenmiştir. Araştırmacılar biyolojik aşılama miktarının toprakta muhafaza edilebildiğinden ikinci yıldaki etkilerinin daha çok gözle görülebilir olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca uygun biyolojik gübreler kullanıldığı zaman, buğday tarımında net 25-30 kg azot tasarrufu yapılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Şahin ve ark., (2004), tarla koşullarında iki azot bağlayıcı (OSU 140 ve OSU 142) ve bir fosfor çözücü (M-13) bakteri suşunun tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarının şeker pancarı ve arpa verimlerine olan etkilerini gözlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kontrol parselleri olarak aşısız ve gübresiz parsellere, N, P ve NP uygulanmış parsellere yer vermişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda tüm bakteri ve gübre uygulamalarının kontrole göre arpada tane verimi, şeker pancarında ise yaprak, kök ve şeker veriminde önemli düzeyde artış sağladığını ileri sürmüşlerdir. Tekli bakteri uygulamaları kontrole karşılaştırıldığında P çözücü bakteriler arpada verimi % 5.5-7.5 oranında arttırırken; N fikseden bakterilerin arpada verimi % 5.6-11.0 oranında arttırdığını ve şeker pancarında kök artışı meydana getirdiğini bildirmişlerdir. İkili aşılama ve üç bakteri karışımı kontrole göre % 7.5-12.7 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir. NP uygulaması ile verimin % 20.7-25.9 oranında arttığını ortaya koymuşlardır. Şeker pancarında üçlü bakteri karışımı, ikili karışım (N fikseden ve P

çözücü) ve N fikseri bakterilerin ikili aşılması ile OSU-140 ve M-13 bakteri suşlarının yalnız uygulandığı parseller karşılaştırıldığında; şeker ve kök verimini önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. İkili ve üçlü bakteri kombinasyonu ile OSU-140 ve M-13'ün tekli uygulamaları karşılaştırıldığında kombinasyon uygulamalarının arpa tane verimini önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. Diğer kombinasyonların aksine OSU-140 ve M-13'ün ikili uygulaması N bağlayıcı bakteri ile her ikisinin tekli uygulamaları ile karşılaştırıldığında arpanın tane verimini, şeker pancarının yaprak kök ve şeker verimini önemli düzeyde arttırdığını ileri sürmüşlerdir. Bitki gelişiminde bakterilerin faydalı etkilerinin; bitki ve toprak koşulları, bakteri suşu ve çevresel koşullara bağlı olarak önemli düzeyde değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

El-Sirafy ve ark., (2006), Mısır'da yetiştirilen kışlık buğdayda, azotlu ve biyolojik gübrelemenin besin elementi alınımı ve buğday verimi üzerine olan etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Kışlık buğday (*Triticum aestivum* L. Merr.) tohumlarına aşılana fosfor çözücü bakteri *Bacillus megatherium* içeren "Phosphorien" ve azot bağlayıcı bakterileri *Azotobacter chroococcum* ve *Azospirillum lipoferum* içeren "Nitrobien" ürünlerinden oluşan iki biyolojik gübreleyicinin buğdayda sap ve tane verimi ve besin elementi içeriği üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla iki farklı tarlada iki yıl için değerlendirmede bulunmuşlardır. Çalışmada amonyum nitrat ve üre gübresi, karşılaştırma için yalnız ve biyolojik gübreleyicilerle birlikte ya 83 kg/ha ya da 186 kg/ha oranında parsellere uygulamışlardır. En yüksek tane (5760-6740 kg/ha) ve sap verimini (11490-13320 Kg/ha) azotlu gübreler ile en yüksek oranda gübrelenen parsellerden elde etmişlerdir. Zayıf bir şekilde daha yüksek sap ve tane verimini, amonyum nitrat gübresi ile karşılaştırıldığında üre gübresinde ölçmüşlerdir. Nitrobien+Phosphorien kombinasyonu azotlu gübrelere göre bu parametreleri arttırmasına rağmen, azotlu gübreleme materyallerinin her iki yıl için tane ve sap üretiminde biyolojik gübrelerden daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Nitrobien biyolojik gübreleyicisinin tane verimini arttırıcı etkisinin 13 kg/ha N civarında üre uygulamasına eşdeğer olduğu ileri sürülmüştür. Biyolojik gübre aşılmasının buğday dokusundaki demir, mangan, çinko ve bakır içeriğini arttırdığını, fakat bu artışın tane ve saptaki içeriği etkilemediğini bildirmişlerdir.

Jarak ve ark., (2006), yaptıkları çalışmada rizosfer toprağındaki belirli mikroorganizmaların sayısı, aktivitesi ve buğday verimi üzerine mineral azot gübrelemenin (60 kgN/ha ve 120 kgN/ha) ve aşılamanın (*Azotobacter chroococcum* ve

Actinomyces) etkilerini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Araştırmayı üç buğday çeşidi ile kurmuşlardır. Araştırmadaki değişimleri kontrol (aşısız ve gübresiz), 1:1 oranında *Azotobacter chroococcum*+*Actinomyces*, *Azotobacter chroococcum* + *Actinomyces* + 45 Kg P/ha + 45 kg K/ha + 60 Kg N/ha ve *Azotobacter chroococcum* + *Actinomyces* + 45 Kg P/ha + 45 kg K/ha + 120 Kg N/ha uygulamalarında izlemişlerdir. Azotlu gübrelemenin yarısını sonbaharda, diğer yarısını ise ilkbaharda uygulamışlardır. Buğday tohumları ekilmeden önce bakteri aşılması yapmışlardır. Buğday verimini, *Azotobacter* ve *Actinomyces* sayısını ve dehidrogenaz aktivitesini, vejetasyon periyodunun sonunda belirlemişlerdir. Uygulama türü ve buğday çeşidine bağlı olmak üzere verim artışının % 8-11 arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Azotlu gübreleme ve aşılamanın üç buğday çeşidinin tamamında, *Azotobacter* ile *Actinomyces* sayısının artışına katkıda bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Dehidrogenaz aktivitesinin, iki buğday çeşidinde (Pobeda ve Bg Maksima) aşılama kombinasyonları ile önemli düzeyde arttırıldığını bildirmişlerdir.

Kumar ve Ahlawat (2006), 1997-1998 ve 1998-99 yıllarında yarayışlı potasyum ve fosforun bulunduğu ve düşük miktarda azot içeren kumlu tınlı toprakta 2 biyolojik gübrenin ve buğdaydaki azotun, kendisinden sonra yetiştirilen mısır bitkisi üzerine etkisini araştırmışlardır. Kontrolle karşılaştırılan her iki biyolojik gübrede buğdayın azot alınımını, gelişmesini, verim ve verim öğelerini önemli düzeyde arttırmıştır. Buğdaydan sonra yetiştirilen mısır bitkisinde biyolojik gübrelemenin etkilerinin görülmediği belirlenmiştir. Araştırmacılar azot uygulamasının, büyüme ve verim öğelerini, tane (4.3 ton/ha) ve sap (6.4 ton/ha) verimini, azot alınımını (101.1 kg/ha) ve sap:tane (1.45) oranını, sadece buğdayda 60 kg/ha arttırdığını ortaya koymuşlardır. Bu aşılama buğdaya uygulanan 120 kg N/ha uygulamasının, kendisinden sonra yetiştirilen ve hiç azot uygulanmayan mısır göre tane verimini (3.8 ton/ha) ve azot alınımını (112 kg/ha) önemli düzeyde arttırdığı ortaya konulmuştur.

Salantur ve ark., (2006), kök bakterileri ile aşılamanın yazlık buğdayın büyüme ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar sera ve tarla koşullarında yürüttükleri araştırmada; Sera denemesi sonucu bakterilerin kardeş sayısına, bitki boyu üzerine, kuru maddeye ve bitkide protein içeriği üzerine olumlu ve önemli etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Tarla koşullarında yetiştirilen buğdayın kök bakterileri ile aşılamanın; büyümeyi, tane verimini ve N içeriğini arttırdığını ortaya koymuşlardır. Kök bakterilerinin Erzurum koşullarına benzer bölgelerde, yazlık buğday yetiştiriciliği için

biyolojik gübrelemeye uygun olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu suşlar ile aşılamanın hem buğday verimi artışını sağlarken hem de azotlu gübre tasarrufuna katkıda bulunacağını bildirmişlerdir.

Çakmakçı ve ark., (2007a), yaptıkları çalışmada arpa bitkisinin gelişimi için azotu fikse edebilen *Bacillus* OSU-142, *Panibacillus polymyxa*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus* M-13, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas putida* ve *Rhodobacter capsulatus* izolatlarını kullanmışlardır. Bu izolatlardan bazılarının indol asetik asit ürettiğini, bazılarının fosfat çözebildiğini belirten araştırmacılar, sonuçta arpanın gövde uzunluğunda % 28.8-54.2 kök uzunluğunda ise % 17.9-32.1 artış elde etmişlerdir. Bunun yanı sıra fosfatı çözebilen bakterilerin inoklasyonunun bitki tarafından azot, demir, mangan ve bakırın alınımına fayda sağladığını belirtmişlerdir.

Çakmakçı ve ark., (2007b), yaptıkları çalışmada *B.megaterium*, *B. licheniformis*, *P. polymyxa*, *P. putida*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *Bacillus* OSU-142, *Bacillus* M-13 PGPR izolatlarının ıspanak ve buğday gelişimi ve bazı enzimlerin (glukoz-6-fosfat dehidrogenaz, 6-fosfoglukanat dehidrogenaz, glutatyon redüktaz, glutatyon-s-transferaz) aktiviteleri, üzerine etkilerini incelemişlerdir. Söz konusu bakterilerden 6 tanesinin nitrogenaz aktivitesinin yüksek olduğu, 4 tanesinin etkin bir biçimde fosfat çözebildiği ve tamamının indol asetik asit üretebildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak hem buğday hemde ıspanak bitkisi içinde PGPR uygulamaları ile verimde önemli artışlar sağlandığı ve bitki büyümesi ile enzim aktiviteleri arasında yakın bir ilişki olduğu ileri sürülmüştür.

Tsavkelova ve ark., (2007), yaptıkları çalışmada farklı cinslere ait PGPR izolatlarının indol asetik asit üretimlerini test etmişler ve bu izolatların özellikle gelişimde durgun olduğu dönemde yüksek miktarda oksin ürettiklerini öne sürmüşlerdir. Kullanılan izolatlar *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Chryseobacterium*, *Stenotrophomonas*, *Flavobacterium* ve *Agrobacterium* cinslerine ait türler olup, üretilen indol asetik asitin kök oluşumu ve büyümesinde önemli bir uyarıcı olduğunu bildirmişlerdir.

Afzal ve Asghari (2008), *Rhizobium* ve fosfat çözücü bakteri gelişiminin ekmeklik buğdayda fosfor alınımı ve buğdayda verim üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar *Rhizobium* ve fosfat çözücü bakterilerin bitki beslenmesindeki önemini vurgulamışlardır. Yaptıkları çalışmada sterilize edilmemiş killi-kumlu toprakta, P eksikliği için buğday üzerine fosfatlı ve fosfatsız ve rizobial suş (Thal 8) ve bir fosfor

çözücü bakteri suşunun (54RB) tekli ve ikili kombinasyonunun etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları saksı denemesi sonucu; fosfatlı gübre uygulaması ile tekli ve ikili aşılamının, test bitkisinde kök ve sürgün ağırlığını, bitki ağırlığını, başak uzunluğunu, tane verimini, tanede P içeriğini, yaprakta protein ve şeker içeriğini önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. Tekli ve ikili aşılama ile P gübrelemesi arasında sadece P gübrelemesinin %30-40 oranında tane verimini arttırdığını ve P gübresiz ikili aşılamının, P uygulaması ile karşılaştırıldığında tane verimini % 20' ye kadar iyileştirdiğini ortaya koymuşlardır.

Rodrigues ve ark., (2008), çeltik bitkisini *Azospirillum amazonense* aşılayarak bitkide büyüme, verim ve azot fiksasyonu üzerine etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Teste tabi tutulan *Azospirillum amazonense* suşları ile aşılamının sera şartlarında tanede kuru madde birikimini (% 7- 11.6), çeltikte salkım sayısını (% 3-18.6) ve olgun tanede N birikimini (% 3.5-18.5) arttırdığını bildirmişlerdir. *Azospirillum amazonense* Y2'nin biyolojik azot fiksasyonunu % 27 oranında arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Shaharoon ve ark., (2008), Pakistan'da yaptıkları çalışmada bitkilerin topraktaki mevcut besin elementlerinden faydalanmalarının bitki kök büyüklüğü ve besin elementlerinin kök çevresinde alınabilir formda bulunmasına bağlı olduğunu bildirmişler, farklı dozlarda azot, fosfat ve potasyum uygulamaları ile *Pseudomonas* cinsine ait PGPR suşlarının etkinlikleri arasındaki bağlantıyı incelemişlerdir. Buğday bitkisinde yürütülen araştırmalar sonucunda, suşların etkinliğinin yüksek doz gübre uygulamaları ile azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca PGPR suşlarının uygun dozlarda gübre uygulaması ile birlikte kullanılmasının daha yararlı olacağını bildirmişlerdir.

Alamri ve Mostafa (2009), deniz suyu ile sulanan buğday üzerine *Azospirillum brasilense* Sp248 ve azotlu gübrelemenin etkisini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Kontrolle karşılaştırılan tüm aşılama uygulamalarında, bitki boyu, sürgün ve kök kuru ağırlığı ve kardeş sayısının arttığını ileri sürmüşlerdir. Tuzlu sulamanın, şebeke suyu ve % 8.0 denizsuyu konsantrasyonu ile diğer sulama uygulamalarının, bitkilerdeki büyüme ve verim parametrelerinde oluşturduğu farklılıkların önemsiz olduğunu ortaya konulmuştur. Araştırmacılar bunun *Azospirillum brasilense* Sp248 bakterisinin tuzlu sulamaya olan yüksek toleransının ve bitkinin adaptasyonunu artırarak büyüme üzerine zararlı etkilerini azaltma yeteneğinin bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Fakat sulama suyu içerisindeki deniz suyu konsantrasyonunun %16

olarak artmasının, bitkilerdeki büyüme ve verim parametrelerinde önemli düzeyde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Genellikle aşılama uygulamalarının aşısız uygulamalar ile karşılaştırıldığında tanenin Na içeriğini azalttığı ve N, P, K, Ca içeriğini arttırdığı ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarının, *Azospirillum brasilense* Sp248 ile aşılamanın azotlu gübrelemede 20 birim tasarruf edildiği ve ihtiyaç duyulan kimyasal gübreleri azalttığını, azot içeriğini geliştirdiğini ve tuzluluğun etkilerine karşı koyarak ekonomik olarak tasarruf sağladığını açıkça ortaya koyduğunu bildirmişlerdir.

Naiman ve ark., (2009), Arjantin’de yaptıkları çalışmada karasal bir ekosistemin işleyişinin topraktaki mikroorganizma faaliyetine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu mikroorganizmalardan bazı *Azospirillum* suşlarının bitki büyüme düzenleyicileri salgıladıkları bunun yanı sıra azot fikse ettiklerini, bazı *Pseudomonas* suşlarının ise sitokinleri salgılama yeteneğine sahip olduklarını ve ayrıca organik fosfatı çözebildiklerini belirten araştırmacılar çalışmalarında bu cinslere ait 3 ticari preparatın buğdayın gelişimi üzerine etkilerini test etmişlerdir. Sonuç olarak buğdayın kök gelişiminde % 40, gövde gelişiminde % 12, tane veriminde ise % 16’ lık bir artış elde edildiğini bildirilmişlerdir.

Nain ve ark., (2010), buğdayda biyolojik gübre olarak kullanılan siyanobakter suşlarını ve bakterilerin sinerjistik etkilerini değerlendirmişlerdir. Buğdayın rizosfer toprağından izole ettikleri 23 siyanobakter suşunu ve 110 bakteriyi, laboratuvar ve kontrollü sera koşulları altında bitki gelişimini teşvik etme potansiyeline dayalı olarak 3 bakteriyel ve 3 siyanobakter suşunu seçmişlerdir. İn vitro uyumluluk çalışmalarında 6 suş arasında olumlu interaksiyon açığa çıktığını belirlemişlerdir. Saksı denemelerini, önerilen gübre kontrolleriyle birlikte toplam 51 uygulama ile HD 2687 buğday çeşidinde kurmuşlardır. Seçilen üç bakteriyel (PW1, PW5 ve PW7) setin ve üç siyanobakter izolatının (CW1, CW2 ve CW3) değişik kombinasyonlarını P ve K gübrelerinin tamamı ve 1/3 N ile birlikte uygulamışlardır. Toprakta mikrobiyolojik (Dehidrogenaz aktivitesi, FDA hidrolaz, Alkalın fosfataz ve mikrobial biyomas) ve bitki gelişme/verim değerlerinin önemli düzeyde iyileştiğini ileri sürmüşlerdir. Gözlemlerinde, gübrelemenin tam dozunu içeren kontrol uygulaması ile karşılaştırdıklarında seçilen kombinasyonların (PW1+PW7+CW3; PW1+CW1+CW2/CW1+CW3; CW2+CW3) başak ağırlığını iki kat arttırdığını ortaya koymuşlardır. Kombinasyonların tarla denemesi göz önüne alındığında 40-50 kg N/ha tasarruf sağlayacağını ileri sürmüşlerdir.

Çakmakçı ve ark., (2005), arpa ve şeker pancarında yaptıkları çalışmada PGPR etkinliğinin, toprak organik madde içeriği, toprak özellikleri, bitki ve bakteri çeşidi, ele alınan bitki parametreleri ve yetiştirilme koşullarına göre değiştiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca araştırmacılar PGPR' ın beklenenden daha yüksek potansiyele sahip olduğunu, önceki araştırmalarda test ettikleri *Bacillus* OSU-142 ve M-13 suşlarına ilave olarak; ilk kez bu araştırmalarda test edilen *Bacillus* RC07, *Paenibacillus* RC05, *Pseudomonas* RC06 ve *Rhodobacter* RC04 izolatlarının organik ve sürdürülebilir tarımda kullanılabilecek önemli bir potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yoğun kimyasal gübre kullanımının neden olduğu çevre kirliliği ve yüksek maliyet dikkate alındığında bu çalışmada ortaya konulan bakteriler, çevre dostu tarım için oldukça ümitvar bulunmuştur. Bakterilerin özellikle erken dönemde bitki gelişmesini teşvik edici oldukları, gelecekteki araştırmalarda bu suşların yaprakları yenen bitkilerde daha olumlu sonuçlar verebileceğini bildirmişlerdir. Bakteri etkinliğinin sadece azot fiksasyonu ve fosfat çözünürlüğüne bağlı olmadığı dikkate alınarak, bu yeni suşların sekonder metabolit üretimi ve hormonal etkilerinin de ortaya konulması ve geniş çevre koşulları ile yeni bitki türlerinde test edilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Das ve Saha (2005), tarla çalışması olarak yürütülen çeltikte rizosfer toprağındaki organik ve inorganik azotun yarayışlılığı ve bitki gelişmesi üzerine, 2 asimbiyotik azot bağlayıcı (*Azotobacter* ve *Azospirillum*) bakterinin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar tarafından bakteri uygulamalarının olumlu etkisi hem tekli hem de ikili uygulamalarda kaydedilmiştir. Azot bağlayıcı bakteriler ile aşılmalarda inorganik yarayışlılığın (% 29.7), rizosfer toprağı içerisindeki organik azot içeriğinin (% 23.3) önemli oranda arttırıldığını ve daha yüksek (% 23.7) verimle sonuçlandığını saptamışlardır. Genel olarak azot çözücülerle kombine olarak aşılmalarda topraktaki mineralize N arttırmak için tekli aşılmalardan daha fazla teşvik edici olduğunu ortaya koymuşlardır. Aşılmalarda verim ve mineralize azot artışıyla ilgili benzer sonuçlar 100 kg/N ha uygulamasından elde edildiği belirtilmiştir.

Canbolat ve ark., (2006a), sıkıştırılmış topraklarda yetiştirilen arpada biyolojik ve mineral gübrelemenin etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar biyolojik gübrelemenin, sürdürülebilir tarımda bitki büyümesini ve toprak verimliliğini arttırmak için mineral gübrelemeye bir alternatif olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları çalışmada üç hasat periyodu ve üç farklı toprak hacmi yoğunluğunun; arpanın çimlenme gelişmesi ve toprak özellikleri üzerine biyolojik gübreleyici olarak 4 PGPR ve 3 mineral

gübrelemenin olası etkilerini çalışmışlardır. Araştırmacıların çalışması, steril toprakta kontrol (bakteri aşılama ve mineral gübresiz), mineral gübreler (N, P ve NP) ve bitki gelişimini teşvik edici bakteri türleri (*Bacillus licheniformis* RC04, *Paenibacillus polymyxa* RC05, *Pseudomonas putida* RC06 ve *Bacillus*OSU-142) uygulamalarını içermiştir. PGPR, mantar, çimlenme büyümesi, toprak pH'sı, organik madde içeriği, yarayışlı P ve mineral azot, üç toprak yoğunluğu seviyesi (1.1, 1.25 ve 1.40 Mg m⁻³) için yapay sıkıştırılmış toprakta belirlenmiş ve bitkiler 15, 30 ve 45 günlükken hasat edilmiştir. Araştırmacıların sonuçları bakteri aşılamanın mineral azot miktarına katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca tohum aşılamanın mantar ve bakteri miktarını önemli oranda arttırdığını ortaya koymuşlardır. Test edilen PGPR suşları ile arpa tohumlarını aşılamanın kontrole göre kök kuru ağırlığını % 9-12.2 ve sürgün ağırlığını % 29.7-43.3 oranında arttırdığı ileri sürülmüştür. N, P ve NP uygulamaları sırasıyla kök kuru ağırlığını % 18.2, % 25.0 ve % 7.4 ve sürgün ağırlığını % 31.6, % 43.4 ve % 26.4 oranında arttırdığı ortaya konulmuştur. Araştırmacılar, ortaya konulan verilerle arpa büyümesini teşvik eden PGPR'ların kimyasal gübrelemeye bir alternatif olduğunu ve toprak sıkışmasının PGPR'ların faydalı etkisini güçleştirdiğini ve kesinlikle kaçınılması gerektiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1 Kullanılan Bitki:

Deneme Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

Denemede kullanılan bitki;

Ceyhan-99: Bitki boyu 90-100 cm olup yatmaya dayanıklıdır. Beyaz kılçıklı başak yapısına sahiptir. Başak uzunluğu orta olup, başaklar dik duruşludur. Taneleri oval, sert, beyaz renkli olup, bin tane ağırlığı 42-45 g'dır. Kışa ve kurağa orta derecede dayanıklı ekmeklik bir buğday çeşididir. Yatmaya mukavim olup, gübreye reaksiyonu iyidir. Hasat-Harman kabiliyeti iyidir. Hasat olgunluğunda kılçıkları dökülmez.

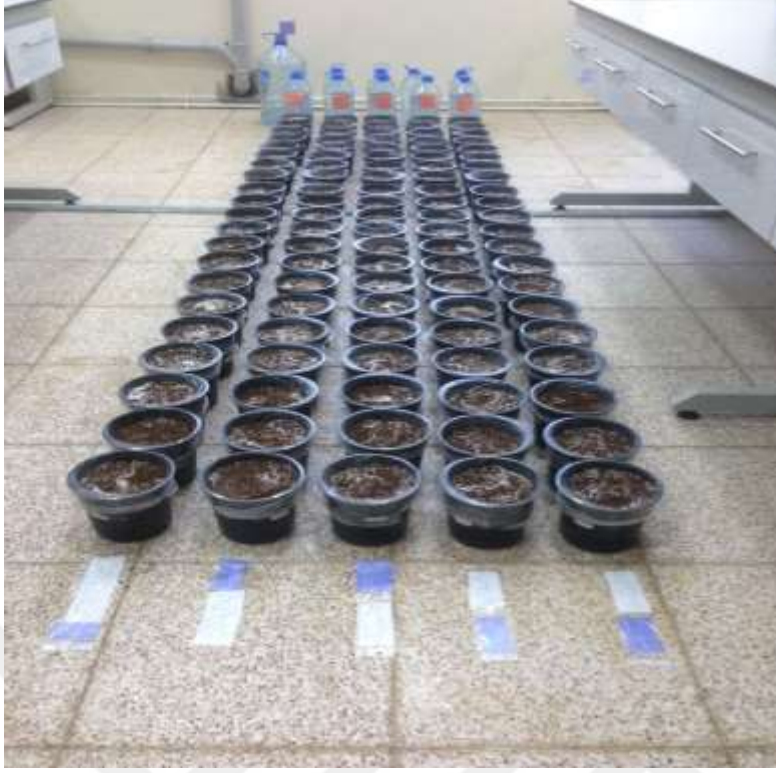
3.1.Kullanılan Bakteri Strainleri;

Vangölü havzasından izole edilen ve daha önce tanılması yapılan ve PGPR etkinliği sera ve tarla koşullarında yapılan araştırmalarda ortaya konulan TV14B (*S. maltophilia*), TV119E (*Bacillus sp.*), TV83D (*B. atrophaeus*), TV113C (*K. cryocrescens*), TV 54A (*C.turbata*) ve TV83D+119E (*B. atrophaeus*+ *Bacillus sp.*) bakterileri kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme Deseni

Deneme, her saksıda 10 bitki olacak şekilde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil.3.1. Deneme alanından bir görünüm

3.2.2. Gübre Uygulaması

Kontrol uygulaması olarak 1 kg'lık saksılara standart gübreleme için doz olarak 200 mg N/kg, 60mg P₂O₅/kg uygulanmıştır (Alpaslan ve ark., 1998).

3.2.3. Tuz Konsantrasyonları

Tuz konsantrasyonları; Tort ve Türkyılmaz (2003)'e göre toprak tuzluluğu ve tuzluluk stresi söz konusu olduğunda genellikle NaCl' den bahsedildiğini bildirmektedirler. Bu nedenle tuzluluk stresi oluşturmada sadece NaCl kullanılmıştır. Çimlendirme ortamında tuz stresinin oluşturulması için, Tüzüner (1990)'e göre tarla koşullarında; tuzsuz, az tuzlu, tuzlu, çok tuzlu ve çok fazla tuzlu seviyelere olacak şekilde, sırasıyla; 0, 50, 75, 100 ve 125 mM NaCl çözeltileri saksı toprağına uygulanmıştır.

3.2.4. Bakteri Uygulaması

Denemede Vangözü havzasından izole edilen ve daha önce mikrobiyal tanı sistemi (MIS) sistemi ile tanılması yapılan PGPR etkinliği sera ve tarla koşullarında ortaya konulan TV14B (*S. maltophilia* P), TV119E (*Bacillus sp.*P), TV83D (*B. atrophaeus* N), TV113C (*K.cryocrescens* NP), TV54A (*C. turbata* N) ve TV83D +TV119E (*B. atrophaeus* N + *Bacillus sp.* NP) bakterileri kullanılmıştır. Bakteriler sıvı besi yerinde çoğaltılarak tohumlara kodlanmıştır. Sıvı besi yeri olarak bakteri kültürleri için NB ve ASHBY kullanılmıştır. Hazırlanan besi yerleri otoklavda 121 °C'de steril edilmiş ve steril kabinde öze ile katı besi yerinden sıvı besin yerine aktarılmıştır. Sıvı besi yerine aktarılan bakteriler 26±2 °C'de 24 saat süre ile çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. Çoğaltılan bakteriler 10⁸ cfu/ml konsantrasyona ayarlanarak tohuma uygulanmıştır (Clark, 1965).

3.2.5. Verilerin Elde Edilmesi

Deneme 6 hafta süre ile devam ettirilmiş ve diğer araştırmacıların (Sehirali, (1989); Steiner ve ark., (1989); Kırtok ve ark., (1994)) uygulamış olduğu yöntemler esas alınarak, aşağıda açıklanan gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

3.2.5.1.1. Çimlenme hızı

Çimlenme Hızı (%); İlk 4 gün içerisinde çimlenen tohumların sayısı belirlenmiş ve % olarak hesaplanmıştır.

3.2.5.1.2. Çimlenme Oranı (%)

Çimlenmenin 8. günü sonunda çimlenen tohumların % olarak oranı belirlenmiştir. 6 hafta sonunda;

3.2.5.1.3. Bitki Boyu (cm)

Her bitkiden hasat öncesi kök boğazından bayrak yaprağının son noktasına kadar olan mesafe cm olarak ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.



Şekil.3.2. Bitki boyuna ait bir görünüm

3.2.5.1.4. Kök Uzunluğu (cm)

Her bitkiden hasat sonrası alınan bitki köklerinin uzunlukları ölçülmüştür.



Şekil.3.3. Kök uzunluğuna ait bir görünüm

3.2.5.1.5. Bitki yaş ağırlığı (g)

Bitkiler hasat edildikten sonra kökleri topraktan arındırıldıktan sonra kurularak tartımı yapılmıştır.

3.2.5.1.6.Bitki kuru ağırlığı (g)

Bitkiler etüvde 65⁰C de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve tartımı yapılmıştır.

3.2.5.1.7 Toprakta azot ve fosfor miktarı (%)

Hasattan sonra toprakta azot ve fosfor içerikleri Kacar, (1984)'e göre yapılmıştır.

3.2.6. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi

İstatistiksel hesaplamalar, deneme planına uygun olarak Costat ve SPSS paket programlarında analiz edilmiştir. Ortalamaları arasındaki farklar Duncan testine göre tayin edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Sıvı besi yerine aktarılarak 28 °C’de 3-5 gün süre ile inkübatörde çoğaltılan bakteriler 10⁸cfu/ml konsantrasyonda geliştirilerek Ceyhan 99 ekmeklik buğday tohumlarına uygulanmış ve bitkide boy uzunluğu, kök uzunluğu, çimlenme hızı, çimlenme oranı, bitki yaş ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı incelenip istatistiki olarak yorumlandığında kontrolden farklı olan etkili uygulamalar elde edilmiştir. Her birinin tek tek değerlendirmesi aşağıda yapılmıştır.

4.1. BİTKİ BOYU

Daha önce de belirtildiği gibi bu çalışmada; farklı tuz konsantrasyonlarına (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) sahip NaCl çözeltileri saksı toprağına uygulanarak yetiştirilen bitkilere, tuz stresini minimuma indirmek amacıyla bakteri uygulamaları yapılmış ve 42 günlük gelişim periyodunun ardından bazı verim parametreleri değerlendirilmiştir. Bakteri uygulaması yapılan gruplara gübre verilmezken, kontrol grubu normal dozda (200 mg N/kg, 60mg P₂O₅/kg) gübrelenmiş ve herhangi bir bakteri uygulaması yapılmamıştır. Elde edilen veriler Çizelge 4.1’ de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları

Bakteri uygulamaları	Bitki Boyu					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	27,667 ^a	27,657 ^a	25,063 ^a	25,643 ^{ab}	26,163 ^a	26,4386
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	26,667 ^a	26,533 ^a	24,277 ^a	24,537 ^{ab}	24,400 ^a	25,2828
<i>Bacillus</i> sp.	26,000 ^a	25,773 ^a	24,397 ^a	26,387 ^a	25,303 ^a	25,572
<i>Bacillus atropheus</i>	25,333 ^a	25,340 ^a	23,853 ^a	23,947 ^{ab}	23,153 ^a	24,3252
<i>Cellulomonas turbata</i>	25,333 ^a	25,037 ^a	25,113 ^a	23,290 ^{ab}	24,587 ^a	24,672
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	23,333 ^a	23,267 ^a	22,137 ^a	23,630 ^{ab}	24,697 ^a	23,4128
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> sp.	23,333 ^a	23,183 ^a	25,780 ^a	22,227 ^b	22,743 ^a	18,9046
Ortalamalar	25,381	25,256	24,374	24,237	24,435	

* İstatistiki analiz p<0,05 önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Buna göre; 0, 50, 75 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol uygulamalarına ait bitki boyları sırası ile 27.7, 27.7, 25.1 ve 26.2 cm olarak ölçülmüş, bu değerler en yüksek bitki boyları olarak kaydedilmiştir. 0, 50, 75 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarındaki en düşük bitki boyu değerleri ise sırasıyla; 23.3 cm ile TV83D *B. atropheus*+ TV119E *Bacillus* sp, 23.2 cm ile TV83D *B. Atropheus* + TV119E *Bacillus* sp., 22.1 cm ile TV113C *K.cryocrescens* ve 22.7 cm ile TV83D *B. atropheus*

+ TV119E *Bacillus sp.* bakteri uygulamalarından elde edilmiştir. Genel olarak uygulamalardan elde edilen bitki boylarının yakın seviyelerde olduğu gözlemlenmiş, değerler arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

100 mM Tuz konsantrasyonunda ise en yüksek bitki boyu 26.4 cm ile TV119E *Bacillus sp.* uygulamasından, en düşük bitki boyu 22.2 cm ile TV83D *B. atrophaeus* + TV119E *Bacillus sp.* uygulamasından elde edilmiştir. Bu tuz konsantrasyonunda TV119E *Bacillus sp.* uygulamasıyla elde edilen artış istatistiki olarak da önemli bulunmuştur.

4.2. KÖK UZUNLUĞU

Farklı tuz konsantrasyonlarına (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) sahip NaCl çözeltileri saksı toprağına uygulanarak yetiştirilen bakteri uygulaması yapılan gruplara gübre verilmezken, kontrol grubu (200 mg N/kg, 60mg P₂O₅/kg) gübrelenmiş ve herhangi bir bakteri uygulaması yapılmamıştır. Kök uzunluğuna ait elde edilen veriler Çizelge 4.2’ de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Bakteri uygulamaları	Kök Uzunluğu					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	21,617 ^b	26,463 ^a	25,417 ^{ab}	26,190 ^a	22,953 ^{ab}	24,528
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	28,267 ^a	25,550 ^a	25,680 ^a	24,930 ^a	25,950 ^a	26,0754
<i>Bacillus sp.</i>	23,33 ^b	25,855 ^a	25,439 ^{ab}	24,967 ^a	25,763 ^{ab}	25,0708
<i>Bacillus atrophaeus</i>	27,757 ^a	25,564 ^a	25,469 ^{ab}	23,695 ^a	23,477 ^{ab}	25,1924
<i>Cellulomonas turbata</i>	23,693 ^b	25,387 ^a	24,844 ^{ab}	24,037 ^a	22,463 ^{ab}	24,0848
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	21,907 ^b	26,753 ^a	20,782 ^b	23,638 ^a	21,450 ^b	22,906
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus sp.</i>	24,09 ^b	23,520 ^a	24,657 ^{ab}	22,383 ^a	22,943 ^{ab}	23,5186
Ortalamalar	24,380	25,585	24,613	24,263	23,571	

* İstatistiki analiz p<0,05 önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Buna göre; 0, 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında ait kök uzunlukları sırası ile TV14B *S.maltophilia* P bakteri uygulamasında 28.3 cm, 113C *K. Cryocrescens* NP bakteri uygulamasında 26.8 cm, TV14B *S. maltophilia* P bakteri uygulamasında 25.7 cm, kontrol uygulamasında 26.2 cm, TV14B *S. maltophilia* P uygulamasında 25.9 cm ile en yüksek kök uzunlukları olarak kaydedilmiştir, en düşük kök uzunluk değerleri ise sırası ile 21.6 cm ile kontrol uygulamasında, ; 23.5 cm ile TV83D *B. atrophaeus*+ TV119E *Bacillus sp* NP bakteri uygulamasında, 20,8 cm 113C

K. Cryocrescens NP bakteri uygulamasında, 22,4 cm ile TV83D *B. atrophaeus*+ TV119E *Bacillus sp* NP bakteri uygulamasında, 21,5 cm ile 113C *K. Cryocrescens* NP bakteri uygulamasında kaydedilmiştir. *S. maltophilia* P bakteri uygulaması istatistiki olarak önemli uygulamadır.

4.3. ÇİMLENME HIZI

Farklı tuz konsantrasyonları (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) altında yetiştirilen bakteri uygulaması yapılan gruplar ve kontrol grubu uygulamalarından elde edilen çimlenme hızı verileri Çizelge 4.3' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı bakteri suşları ile aşılaman Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hızına ait varyans analizi sonuçları

Bakteri uygulamaları	Çimlenme Hızı					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	95,000 ^a	88,333 ^{ab}	81,667 ^{ab}	90,000 ^a	63,333 ^b	83,6666
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	91,667 ^a	81,667 ^{ab}	73,333 ^{ab}	88,333 ^a	58,333 ^b	78,6666
<i>Bacillus sp.</i>	96,667 ^a	90,000 ^{ab}	95,000 ^{ab}	65,000 ^b	71,667 ^{ab}	83,6668
<i>Bacillus atrophaeus</i>	85,000 ^a	71,667 ^b	70,000 ^b	65,000 ^b	60,000 ^b	70,3334
<i>Cellulomonas turbata</i>	100,000 ^a	93,333 ^{ab}	78,333 ^{ab}	66,667 ^b	58,333 ^b	79,3332
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	91,667 ^a	86,667 ^{ab}	78,333 ^{ab}	88,333 ^a	76,667 ^{ab}	84,3334
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus sp.</i>	100,000 ^a	100,000 ^a	96,667 ^a	90,000 ^a	90,000 ^a	95,3334
Ortalamalar	94,286	87,381	81,905	79,048	68,333	

* İstatistiki analiz $p < 0,05$ önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Buna göre; Tüm tuz konsantrasyonları için en yüksek değerler TV83D *B. atrophaeus*+ TV119E *Bacillus sp.* NP bakteri uygulamasında kaydedilmiştir. 0, 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonları sırası ile en düşük çimlenme hızları(%); 85 ile TV83D *B. atrophaeus* N, 71.7 ile TV83D *B. atrophaeus* N, 70 ile TV83D *B. atrophaeus* N ve TV119E *Bacillus sp* P ve 58.3 ile TV14B *S. maltophilia* P ve TV54A *C. turbata* N uygulamalarında kaydedilmiştir.

4.4 ÇİMLENME ORANI

Farklı tuz konsantrasyonları (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) altında yetiştirilen bakteri uygulaması yapılan gruplar ve kontrol grubu uygulamalarından elde edilen çimlenme oranı verileri Çizelge 4.4' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.4 Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hızına ait varyans analizi sonuçları

Bakteri uygulamaları	Çimlenme Oranı					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	100,000 ^a	100,000 ^a	100,000 ^a	100 ^a	100,000 ^a	100
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	96,667 ^a	100,000 ^a	100,000 ^a	100 ^a	100,000 ^a	99,3334
<i>Bacillus</i> sp.	100,000 ^a	100,000 ^a	100,000 ^a	100 ^a	100,000 ^a	100
<i>Bacillus atrophaeus</i>	100,000 ^a	100,000 ^a	100,000 ^a	100 ^a	100,000 ^a	100
<i>Cellulomonas turbata</i>	100,000 ^a	100,000 ^a	100,000 ^a	100 ^a	100,000 ^a	100
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	98,333 ^a	98,333 ^a	98,333 ^a	98,333 ^a	98,333 ^a	98,333
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> sp.	100,000 ^a	100,000 ^a	100,000 ^a	100 ^a	100,000 ^a	100
Ortalamalar	99,286	99,762	99,762	99,762	99,762	

* İstatistiki analiz $p < 0,05$ önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Buna göre; 0, 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında tüm uygulamaların çimlenmeyi aynı oranda etkilediği kaydedilmiştir. Çimlenme oranına ait veriler istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

4.5. YAŞ AĞIRLIK

Farklı tuz konsantrasyonları (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) altında yetiştirilen bakteri uygulaması yapılan gruplar ve kontrol grubu uygulamalarından elde edilen yaş ağırlık verileri Çizelge 4.5' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında yaş ağırlık oranı verilerinin ortamlarına ait varyans analizi sonuçları

Bakteri uygulamaları	Yaş Ağırlık					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	0,297 ^{ab}	0,337 ^a	0,282 ^a	0,296 ^a	0,333 ^a	0,309
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0,385 ^a	0,263 ^{abc}	0,277 ^a	0,256 ^{ab}	0,317 ^{ab}	0,2996
<i>Bacillus</i> sp.	0,287 ^{ab}	0,319 ^{ab}	0,197 ^{ab}	0,253 ^{ab}	0,303 ^{ab}	0,2718
<i>Bacillus atrophaeus</i>	0,258 ^b	0,247 ^{abc}	0,237 ^{ab}	0,267 ^{ab}	0,257 ^{bc}	0,2532
<i>Cellulomonas turbata</i>	0,222 ^b	0,217 ^c	0,203 ^{ab}	0,198 ^{bc}	0,229 ^{cd}	0,2138
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	0,237 ^b	0,237 ^{bc}	0,201 ^{ab}	0,209 ^{ab}	0,175 ^d	0,2118
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> sp.	0,203 ^b	0,217 ^c	0,177 ^b	0,127 ^c	0,167 ^d	0,1782
Ortalamalar	0,270	0,262	0,225	0,229	0,254	

* İstatistiki analiz $p < 0,05$ önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Buna göre; 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol uygulamalarına ait yaş ağırlıkları sırası ile 0.337, 0.282, 0.296 ve 0.333 g olarak ölçülmüş, bu değerler en yüksek yaş ağırlıkları olarak kaydedilmiştir. 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında TV83D *B. atrophaeus* + TV119E *Bacillus sp.* NP bakteri uygulamalarına ait yaş ağırlıkları sırasıyla; 0.217 g, 0.177 g, 0.127 g, 0.167 g olarak ölçülmüş, bu değerler en düşük yaş ağırlıkları olarak kaydedilmiştir.

0 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek yaş ağırlık 0.385 g ile TV14B *S. maltophilia* P uygulamasından, en düşük yaş ağırlık 0.203 g ile TV83D *B. atrophaeus* + TV119E *Bacillus sp.* NP uygulamasından elde edilmiştir. Bu tuz konsantrasyonunda TV14B *S. maltophilia* P uygulamasıyla elde edilen artış istatistiki olarak da önemli bulunmuştur.

4.6 BİTKİ KURU AĞIRLIK

Farklı tuz konsantrasyonları (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) altında yetiştirilen bakteri uygulaması yapılan gruplar ve kontrol grubu uygulamalarından elde edilen yaş ağırlık verileri Çizelge 4.6' da özetlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan 99 buğday çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında kuru ağırlık oranı verilerinin ortamlarına ait varyans analizi sonuçları

Bakteri uygulamaları	Kuru Ağırlık					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	0,029 ^a	0,033 ^a	0,041 ^a	0,035 ^a	0,033 ^a	0,0342
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0,028 ^a	0,035 ^a	0,033 ^{ab}	0,030 ^{ab}	0,031 ^{ab}	0,0314
<i>Bacillus sp.</i>	0,027 ^{ab}	0,028 ^{ab}	0,024 ^{bc}	0,032 ^{ab}	0,030 ^{ab}	0,0282
<i>Bacillus atrophaeus</i>	0,016 ^{ab}	0,017 ^b	0,020 ^{bc}	0,029 ^b	0,024 ^{bc}	0,0212
<i>Cellulomonas turbata</i>	0,012 ^b	0,017 ^b	0,016 ^c	0,021 ^c	0,022 ^{cd}	0,0176
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	0,016 ^{ab}	0,017 ^b	0,010 ^c	0,017 ^c	0,017 ^d	0,0154
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus sp.</i>	0,010 ^b	0,016 ^b	0,017 ^{bc}	0,011 ^d	0,015 ^d	0,0138
Ortalamalar	0,020	0,023	0,023	0,025	0,025	

* İstatistiki analiz p<0,05 önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Buna göre; 0, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında kontrol uygulamalarına ait kuru ağırlıkları sırası ile 0.029, 0.041, 0.035 ve 0.033 g olarak ölçülmüş, bu değerler en yüksek yaş ağırlık değerleri olarak kaydedilmiştir. 0, 50, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarında TV83D *B. atrophaeus* + TV119E *Bacillus sp.* NP

bakteri uygulamalarına ait kuru ağırlıkları sırasıyla; 0.010 g, 0.016 g, 0.011 g, 0.015 g olarak ölçülmüş, bu değerler en düşük yaş ağırlıkları olarak kaydedilmiştir.

50 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek kuru ağırlık 0.035 g ile TV14B *S. maltophilia* P uygulamasından elde edilmiştir.

75 mM tuz konsantrasyonunda ise en yüksek kuru ağırlık 0.041 g ile kontrol uygulamada en düşük kuru ağırlık ise 0.010 g ile TV113C *K. Cryocrescens* NP uygulamasından elde edilmiştir.

4.7. TOPRAKTAKİ AZOT MİKTARI

0, 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarındaki azot miktarına ait verilerin ortamları ile Duncan testleri Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Araştırmada Ele Alınan Toprakta Azot Miktarı Ortalama Değerleri ve oluşan Duncan Grupları (%)

Bakteri uygulamaları	Azot miktarı					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	0,051 ^{c-g}	0,053 ^{b-f}	0,053 ^{b-f}	0,054 ^{a-d}	0,050 ^{d-g}	0,0522 ^A
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0,055 ^{a-e}	0,048 ^{gh}	0,050 ^{c-g}	0,037 ¹	0,050 ^{d-g}	0,048 ^C
<i>Bacillus</i> sp.	0,055 ^{b-g}	0,053 ^{b-g}	0,049 ^{efg}	0,049 ^{efg}	0,053 ^{b-f}	0,0518 ^B
<i>Bacillus atropheus</i>	0,052 ^{b-g}	0,054 ^{a-e}	0,051 ^{c-g}	0,050 ^{d-g}	0,055 ^{a-e}	0,0524 ^A
<i>Cellulomonas turbata</i>	0,049 ^{efg}	0,053 ^{b-f}	0,049 ^{efg}	0,053 ^{b-f}	0,052 ^{b-g}	0,0512 ^{AB}
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	0,054 ^{a-e}	0,050 ^{c-g}	0,051 ^{c-g}	0,051 ^{c-g}	0,045 ^h	0,0502 ^B
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> sp.	0,051 ^{c-g}	0,051 ^{c-g}	0,050 ^{d-g}	0,057 ^a	0,052 ^{b-g}	0,0522 ^A
Ortalamalar	0,054 ^A	0,053 ^{AB}	0,051 ^{CD}	0,050 ^D	0,052 ^{BC}	

* İstatistiki analiz p<0,05 önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

TV83D *B. atropheus* N bakteri uygulamasında topraktaki azot miktarı en yüksek olarak elde edilmiştir. Denemede gübre uygulanmayan diğer bakteri uygulamaları topraktaki azot miktarı bakımından gübre uygulanan kontrol uygulamasına yakın değerlerde ölçülmüştür.

4.8. TOPRAKTAKİ FOSFOR MİKTARI

0, 50, 75, 100 ve 125 mM tuz konsantrasyonlarındaki fosfor miktarına ait verilerin ortalamaları ile Duncan testleri Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Araştırmada Ele Alınan Toprakta Fosfor Miktarı Ortalama Değerleri ve oluşan Duncan Grupları (%)

Bakteri uygulamaları	Fosfor miktarı					Ortalamalar
	Tuz konsantrasyonu					
	0 mM	50 mM	75 mM	100 mM	125 mM	
Kontrol	5,673	5,210	6,130	5,840	4,150	5,4007 ^A
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	5,170	5,670	4,470	4,580	4,750	4,9280 ^C
<i>Bacillus</i> sp.	4,310	4,120	5,573	5,917	5,200	5,0240 ^B
<i>Bacillus atrophaeus</i>	4,813	4,410	4,473	4,420	4,580	4,5393 ^E
<i>Cellulomonas turbata</i>	5,380	4,920	4,177	4,533	4,650	4,7320 ^D
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	5,560	4,703	4,930	4,417	4,943	4,9107 ^C
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> sp.	4,750	4,750	4,760	4,650	4,700	4,7220 ^D
Ortalamalar	5,0938 ^A	4,8262 ^D	4,9305 ^B	4,9081 ^C	4,7105 ^E	

* İstatistiki analiz $p < 0,05$ önem derecesine göre yapılmış olup, farklı harfler istatistiki olarak önemli bulunan uygulamaları göstermektedir.

Kontrol uygulamasında topraktaki fosfor miktarı en yüksek ölçülmüş, gübre uygulanmamış bakteri uygulamalarında yakın değerlerde fosfor ölçülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin tuz stresi koşullarında buğday gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenen bu yüksek lisans çalışmasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

TV14B *S. maltophilia* P bakterisinin 0 mM tuz konsantrasyonu altında bitki yaş ağırlığı, topraktaki azot miktarı, topraktaki fosfor miktarı, kök uzunluğu parametrelerinde artış sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bakterinin 50 mM tuz konsantrasyonunda bitki kuru ağırlığını ve topraktaki fosfor miktarını arttırdığı gözlemlenmiş ayrıca 75 mM tuz konsantrasyonunda kök uzunluğunda artış sağladığı görülmüştür.

Mayak ve ark., (2004a) İsrail’de yapılan bir çalışmada tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerdeki gelişimde görülmesi muhtemel gerilemelerin giderilmesi için bitki kök rizosferinden izole edilen ve ACC deaminaz enzimi taşıyan *Achromobacter piechaudii* bakterisi kullanma yoluna gidilmiştir. Yapılan çalışmada 172 mM üzerinde NaCl varlığında bu bakterinin domates fidelerinde yaş ve kuru ağırlık artışına sebep olduğu görülmüştür.

TV119E *Bacillus sp.* P bakterisinin 100 mM tuz konsantrasyonunda bitki boyu, topraktaki fosfor ve kuru ağırlık parametrelerinde artış sağladığı gözlemlenmiştir. Aliye ve ark., (2008) yapmış oldukları çalışmada *B. subtilis* straininin bitki boyu ve ağırlığında kontrollere kıyasla önemli bir artış sağladığını dile getirmişlerdir.

Bakteri aşılmasının bitki boyunda artış sağladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Kapulnik ve ark., 1983; Dokuyucu ve ark., 1997; Salantur, 2003; Şahin ve ark., 2004; Salantur ve ark., 2006; Çakmakçı ve ark., 2007a; Naiman ve ark., 2009).Araştırmada elde edilen bulgular araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

TV83D *B. atrophaeus* N bakterisinin 0 mM tuz konsantrasyonunda kök uzunluğu, topraktaki azot miktarı parametrelerinde artış sağladığı gözlemlenmiştir.125 mM tuz konsantrasyonunda bakteri uygulamasının kontrol uygulamasına göre kök uzunluğunda, topraktaki fosfor miktarında ve topraktaki azot miktarında artış sağladığı gözlemlenmiştir.

TV54A *C. turbata* N bakteri uygulamasının 0 mM tuz konsantrasyonunda kök uzunluğunda kontrol uygulamasına göre artış sağladığı görülmüştür. 125 mM tuz konsantrasyonunda kontrol uygulamasına göre topraktaki fosfor miktarında artış sağlarken aynı zamanda bu tuz konsantrasyonunda topraktaki azot miktarında da artış gözlemlenmiştir.

TV113C *K. cryocrescens* NP bakteri uygulamasının 50 mM tuz konsantrasyonunda kök uzunluğunda artış sağladığı görülmüştür. 125 mM tuz konsantrasyonunda kontrol uygulamasına göre topraktaki fosfor miktarında artış sağladığı gözlemlenmiştir.

TV83D *B. atrophaeus* +119E *Bacillus sp.* NP bakteri uygulamasının çimlenme hızı ve çimlenme oranı parametrelerinde artış sağladığı görülmüştür. 125 mM tuz konsantrasyonunda kontrol uygulamasına göre topraktaki fosfor miktarında artış sağlarken 100 mM tuz konsantrasyonunda topraktaki azot miktarında artış sağladığı görülmüştür.

Jalili ve ark., (2009) kanola tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla tuz stresi altında ACC deaminaz içeren PGPR bakterileri inoküle edilen kanola tohumların çimlenme oranında artış olduğunu gözlemiştir. Sonuç olarak kanola tohumlarının PGPR ile inokülasyonunun kanolada tohum çimlenmesi üzerindeki tuzluluk stresinin olumsuz etkilerini hafifletebileceği ön görülmüştür. Araştırmada elde edilen bulgular araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çakmakçı ve ark., (2007a), yaptıkları çalışmada arpa bitkisinin gelişimi için azotu fikse edebilen *Bacillus* OSU-142, *Panibacillus polymyxa*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus M-13*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas putida* ve *Rhodobacter capsulatus* izolatlarını kullanmışlardır. Bu izolatlardan bazılarının indol asetik asit ürettiğini, bazılarının fosfat çözebildiğini belirten araştırmacılar, sonuçta arpanın gövde uzunluğunda % 28.8-54.2, kök uzunluğunda ise % 17.9-32.1, artış elde etmişlerdir. Bunun yanı sıra fosfatı çözebilen bakterilerin inokülasyonunun bitki tarafından azot, demir, mangan ve bakırın alınımına fayda sağladığını belirtmişlerdir.

Hasattan sonra toprak analizi yapılmış sonuç olarak en yüksek azot miktarı TV83D *B. atrophaeus* N bakteri uygulamasında elde edilmiştir. Gübre uygulanmayan bakteri uygulamalarının topraktaki azot miktarını arttırdığı görülmüş olup buradan bu bakteri uygulamalarının toprağa azot fikse ettiği sonucuna varılabilir. İnorganik gübreleme yapılan kontrol uygulamasında ölçülen topraktaki azot miktarı bakteri

uygulamalarına yakın değerlerdedir. Yine izelge 4.6' dan tuz konsantrasyonu arttika toprakta biriken azot miktarının azaldığı sonucu çıkarılabilir.

Toprak analizi sonuçlarına göre en yüksek fosfor miktarı kontrol uygulamasında elde edilmiştir. Gübre uygulanmayan bakteri uygulamalarının topraktaki fosfor miktarını arttırdığı görülmüş olup buradan bu bakteri uygulamalarının fosfor çözebildiği sonucuna varılabilir. İnorganik gübreleme yapılan kontrol uygulamasında ölçülen topraktaki azot miktarı bakteri uygulamalarına yakın değerlerdedir. Yine izelge 4.7' den tuz konsantrasyonu arttika toprakta biriken fosfor miktarının azaldığı sonucu çıkarılabilir.

Daha önce yapılan çalışmalarda PGPR bakterilerinin havanın serbest azotunu bağlama (akmakçı ve ark., 2007a), inorganik fosfat kaynaklarını çözme (Aslantaş ve ark., 2007; Güneş ark., 2013) gibi farklı mekanizmalara sahiptir. Araştırmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

5.2. Öneriler

Sonuç olarak; TV14B *S. maltophilia* 'nın tuz stresi yaşanmayan topraklarda gübre uygulamalarına alternatif olabileceği ve karşılaşılan sorunları azaltabileceği düşünülmektedir. Yine TV119E *Bacillus sp.* 'nin özellikle tuzlu topraklarda, buğday tarımının dezavantajlarını azaltacağı düşünülmektedir.

Ayrıca; TV113C *K. cryocrescens*, TV83D *B. atrophaeus*, TV54A *C. Turbata* ve TV83D *B. atrophaeus* +119E *Bacillus sp.* bakteri uygulamalarının tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltarak topraktaki azot ve fosfor miktarında artış sağlayabileceği düşünülmektedir.

Ancak bu uygulamaların etkinliklerinin tarla koşullarında ve farklı lokasyonlarda test edilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Afzal, A., Asghari, B., 2008. *Rhizobium* and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum*). *International Journal of Agricultural Biology*, Vol. 10:85-88.
- Alamri S. A., Mostafa, Y. S., 2009. Effect of nitrogen supply and *Azospirillum brasilense* Sp-248 on the response of wheat to seawater irrigation. *Saudi Journal of Biological Sciences*. Volume 16, Issue 2, Pages 101-107
- Aslan, I., Çoruh, S., Özbek, H., Yaman, M. and Şahin, F., 2005. *Brevibacillus agri*, a pathogenic bacterium of *Malacosoma neustria* (Lepidoptera: Lasiocampidae) Fresenius Environmental Bulletin, 14: 98-100.
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Şahin, F., 2007. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Young Apple Tree Growth and Fruit Yield Under Orchard Conditions. *Scientia Horticulturae*, 111, 371-377.
- Aydeniz, A., 1992. Gübreleme ekonomi ilişkileri. II. Ulusal Gübre Kongresi Tebliğleri, 30 Eylül-4 Ekim, 1991. 71-80 s, Ankara.
- Barazani, O., Friedman, J., 1999. Is IAA major root growth factor secreted from plantgrowth mediating bacteria. *Journal of Chemical Ecology*., 25(10), 2397-2406.
- Bhattarai, T., Hess, D., 1993. Yield responses of nepalese spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to inoculation with *Azospirillum* Spp. of nepalese origin.
- Canbolat M. Y., Barık K., Çakmakçı R., Şahin F., 2006, Effects of mineral and biofertilizers on barley growth on compacted soil, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 56:324-332.
- Canbolat, M., Bilen, S., Çakmakçı, R., Şahin, F., Aydın, A., 2006. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Soil Compaction on Barley Seedling Growth, Nutrient Uptake, Soil Properties and Rhizosphere Microflora. *Biology and Fertility of Soils*, 42, 350-357.
- Carletti S., 2000. Use of plant growth-promoting rhizobacteria in plant micropropagation. Proc. 5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- Chen Y., Mei R., Lu S., Liu L., Kloepper j.W., 1996. The use of yield increasing bacteria (YIB) as plant growth promoting rhizobacteria in Chinese agriculture. In: Management of soil borne diseases, R.S. Uthkede and W.K., Gupta (Eds), Ludhiana: Kalyani Publishers: 164-184.
- Çakmakçı , R., Dönmez F., Aydın A., 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.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A., Sahin, F., 2004. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, soil properties and bacterial counts. *Canadian Journal Microbiology* (sunulmustur).
- Çakmakçı, R., Dönmez, M. F., Canbolat, M., Sahin F. 2005. sera ve farklı tarla koşullarında bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin bitki gelişimi ve toprak özelliklerine etkisi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu Cilt I, Sayfa 45-50)
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan Ü., Dönmez, M. F., 2007b. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 288-295.

- Çakmakçı, R., Kantar, F., Algur, Ö.F., 1999. Sugar beet and barley yield in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* inoculation.
- Çakmakçı, R., Kantar, F., Oral, E., 1997. *Bacillus polymyxa* and *Bacillus egatherium* var *phosphaticum* asılamasının sekerpancarı ve arpa verimine etkisi. **Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi**, 22-25 Eylül 1997, Samsun, 274-278.
- Darmwal, N.S., Gaur, A.C., 1988. associative effect of cellulolytic fungi and *Azospirillum lipoferum* on yeld and nitrogen uptake by wheat. **Plant and Soil**, 107, 211-218.
- Dey, R., Pal, K. K., Bhatt, D. M., Chauhan, S. M., 2004. Growth Promotion and Yield 90 Enhancement of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) by Application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. **Microbiological Research**, 159, 371-394.
- Dokuyucu, T., Akkaya, A., Kırtok, Y., 1997. Bakteri asılamasının (*Azospirillum brasiliense* Sp246) ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çesidi Gemini'nin verim unsurları üzerine etkisi. **Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi**, 22-25 Eylül 1997, Samsun, 56-60.
- El-Sirafy, Z. M., Woodard, H. J., El-Norjar, E. M., 2006. Contribution of biofertilizers and fertilizer nitrogen to nutrient uptake and yield of egyptian winter wheat. **Journal of Plant Nutrition**, 29: 587-599.
- Erman, M., Kotan, R., Çakmakçı, R., Çiğ, F., Karagöz, K., Sezen, M., 2010. "Van gölü havzasında izole edilen azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin buğday ve seker pancarında büyüme ve verim özellikleri üzerine etkileri". Türkiye 4. Organik Tarım Sempozyumu, 325-329.
- Eşitken, A., Karlıdag, H., Erçisli, S. and Sahin, F., 2002. Effects of foliar application of *Bacillus* OSU-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (*Coryneum* blight) of Apricot. **Gartenbauwissenschaft**, 67 (4): 139-142.
- Gholamı, A., Shabsavani, S., 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.
- Jalili, F., Khavazi, K., Pazira, E., Nejati, A. and Asadi Rahmani, H., 2009. Use of ACC Deaminase –Containing Fluorescent Pseudomonads to Alleviate Effects of Salinity on Canola (*Brassica napus* L.) Growth in Germination Stage Iranian J. **Soil Research (Soil Water Sci)**, 23(1).
- Jarak, M., Protic, R., Jankovic, S., Colo, J., 2006. Response of wheat to azotobacter - actinomycetes inoculation and nitrogen fertilizers. **Romanian Agricultural Research**. Number 23/2006. P: 37-41.
- Jeon, J. S., Lee, S. S., Kim, H. Y., Ahn, T. S., Song, H. G., 2003. Plant growth promotion in soil by some inoculated microorganisms. **Journal of Microbiology**, 41, 271- 276.
- Karagöz, K., 2009. Bazı PGPR Bakterilerin Marulun Gelişimi ve Marul Yaprak Leke Hastalığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 95.
- Karagöz, K., Dadaşoğlu, F., Mohammadi, P. ve Kotan, R., 2014. Patates uyuzu hastalığına sebep olan *streptomyces scabies*'in antagonistik bakterilerle kontrolü. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, Türkiye. S: 360.
- Kausari, R. and Shahzad, S.M., 2006. Effect of ACC deaminase Containing Rhizobacteria on Growth Promotion of Maize under salinity stress **Journal of agriculture & Social Sciences M.**, 02(4), 216-218
- Khalid, A., Arshad, M., Zahir, Z.A., 2003. Growth and Yield Response of Wheat to İnoculation With Auxin Producing Plant Growth Promoting Rhizobacteria. **Pakistan Journal of Botany**, 35(4), 483-498

- Kloepper, J. W., Lifshitz, K., Zablutowicz, R. M., 1989. Free-Living Bacterial Dnocola for Enhancing Crop Productivity. *Trends Biotechnol* **7**, 39–43.
- Kotan, R. ve Şahin, F., 2002. Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede bakteriyel organizmaların kullanılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(1): 111-119.
- Kotan, R., 2014. Faydalı bakterilerin tarımda kullanımı. Harman Time, 11: 44-48.
- Kotan, R., Dikbaş, N. and Bostan, H., 2009. Biological control of post harvest disease caused by *Aspergillus flavus* on stored lemon fruits. African Journal of Biotechnology, 8 (2): 209-214.
- Kumar, V., Ahlawat, I. P. S., 2006. Effect of biofertilizer and nitrogen on wheat (*Triticum aestivum*) and their after effects on succeeding maize (*Zea mays*) in wheat-maize cropping system. *Indian Journal of Agricultural Science* 76(8): 465-8.
- Mayak, S., Tirosh, T., Glick, B.R., 2004a. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomato and pepper. Plant Sci, 166, 525-530.
- Millet, E., Feldman, M., 1984. Yield response of a common spring wheat cultivar to inoculation with *Azospirillum brasilense* at various levels of nitrogen fertilization.
- Mirik, M., 2005. Biberde Bakteriyel Leke Etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv.vesicatoria'nın Tanılanması ve Bitki Büyüme Düzenleyici Rizobakteriler ile Biyolojik Mücadele Olanakları. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi, 162 s.
- Nadeem, S. M. , Hussain I., Naveed, M., Asghar, H.N., Zahir, Z. A. and Arshad, M., 2006. Performance of plant growth promoting rhizobacteria containing ACCdeaminase activity for improving growth of maize under salt-stressed conditions. Pak. J. Agri. Sci, Vol. 43(3-4),
- Naiman, A. D., Latronico, A., Salamone, I. E. A., 2009. Inoculation of wheat with *Azospirillum* brasilense and *Pseudomonas fluorescens*: impact on the production and culturable rhizosphere microflora. *European Journal of Soil Biology*, 45, 44-51.
- Nain, L., Rana, A., Joshi, M., Jadhav, S. D., Kumar, D., Shivay, Y. S., Paul, S., Prasanna, R., 2010. Evaluation of synergistic effects of bacterial and cyanobacterial strains as biofertilizers for wheat. *Plant Soil*. (2010) 331: 217–230
- Okon, Y., Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., 1998. Biotechnology of biofertilization and phytostimulation In Agricultural Biotechnology, ed. A Altman, 327–49 pp.
- Omar, N., 1997. Asimbiotic nitrogen fixation systems. *Bio-Organic Farming System for Sustainable Agriculture* , 26 November-6 December, 1995, Cario-Egypt, 147-62.
- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M. and Sahin, F., 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulture, 111: 38–43.S
- Öztürk, A., Çağlar, Ö., Sahin, F., 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. J. Plant Nutrition Soil Science 166, 262-266.
- Pal, S. S., 1998. Interaction of an Acid Tolerant Strain of Phosphate Solubilizing Bacteria with a Few Acid Tolerant Crops. Plant Soil, 198, 169-177.
- Rai, S.N., Gaur, A.C., 1988. Characterization of *Azotobacter* ssp. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and n-uptake of wheat crop. Plant and Soil, 109, 131-134.
- Reynders, L., Vlassak, K., 1982. Use of *Azospirillum brasilense* as biofertilizer in intensive wheat cropping. *Plant and Soil*, 66, 217-273.

- Rodrigues, E. P., Rodrigues, L. S., Martinez De Oliveira, A. L., Baldani, V. L. D., Teixeira, K. R. S., Urquiaga, S., Reis, V. M., 2008. *Azospirillum amazonense* inoculation: effects on growth, yield and n₂ fixation of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Soil*. 302: 249–261
- Rodriguez Ceres, E. A., Gonz lez Anta, G., L pez, J. R., Di Ciocco, C. A., Pacheco Basurco, J. C., Parada, J. L., 1996. Response of field-grown wheat to inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bacillus polymyxa* in the semiarid region of argentina. *Arid Land Research and Management*, Volume 10, Issue 1 January 1996, Pages 13 – 20
- Sabir, A., 2013. Improvement of Grafting Efficiency in Hard Grafting Grape Berlandieri Hybrid Rootstocks by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). *Scientia Horticulturae*, 164, 5, 24-29.
- Salantur, A., Ozturk, A., Akten, S., 2006. Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to inoculation with rhizobacteria. *Plant Soil Environment*, 52, 2006 (3): 111–118
- Saravanakumar, D. and Samiyappan, R., 2006. ACC deaminase from *Pseudomonas fluorescens* mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) plants *Journal of Applied Microbiology*, 1364-5072.
- Shaharoon, B., Naveed, M., Arshad, M., Zahır, Z.A., 2008. Fertilizer Dependent Efficiency of *Pseudomonas* for Improving Growth, Yield and Nutrient Use Efficiency of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 79, 147-155.
- Sudha, S.N., Jayakumar R., Sekar, V., 1999. Introduction and Expression of the CryIac Gene of *Bacillus thuringiensis* in a Cereal-associated Bacterium, *Bacillus polymyxa*. *Curr. Microbiol.*, 38, 163-167
- Şahin, F., Çakmakçı, R., Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil*. 265,123-129.
- Şahin, F., Kotan, R., Demirci, E. ve Miller, S.A., 2000. Domates ve biber bakteriyel leke hastalığı ile biyolojik savaşta Actigard ve bazı antagonistlerin etkinliği. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 11-16.
- Urdiales, B.V., Sanchez Yanez, J.M., Pena Cervantes E., Fernandez, J.M., 1998. Effect of a Combination of Rhizobia/Endomycorrhizae and Humic Acids on Nitrogen and Phosphorus Absorption Efficiency on Winter Wheat. I. Growth Response of Wheat Inoculated with Rhizobacteria Isolated From Weeds. www.potashcorp.com/npk_science/ppi-research/1998/page_10.zsp
- Walley, F. L., Germida J. J., 1997. Response of Spring Wheat (*Triticum aestivum*) to Interactions between *Pseudomonas* species and *Glomus clarum* NT4. *Biology and Fertility of Soils*, 24, 365-371.
- Woitke M., Junge H., Schnitzler W. H., 2004, *Bacillus subtilis* as growth promoter in Hydroponically grown tomatoes under saline conditions, *Proceedings of the Seventh International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates Production, Pest Management and Global Competition*, Volume I, *Acta Hort*, 659:363-370.
- Yang, J., Kloepper, J. W., Ryu, C.M., 2009. Rhizosphere Bacteria Help Plants Tolerate Abiotic Stress. *Trends in Plant Science*, 14 (1), 1-4.

ÖZGEÇMİŞ

Adana ili Tufanbeyli İlçesinde 1990 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tufanbeyli’de tamamladı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünü kazandı ve 2012 yılında mezun oldu.2013 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Teknik Personeli olarak işe başlamış olup devam etmektedir. 2015 yılında Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı. Alper Söğüt ile evlidir.

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı Sevda Söğüt
Doğum Yeri ve Tarihi Tufanbeyli 05.10.1990
Telefon 0544 651 94 46
E-posta sevdadogrugut@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Tufanbeyli lisesi /Adana	2007
Üniversite	: Çukurova Üniversitesi/ Adana	2012
Yüksek Lisans	: Siirt Üniversitesi/ Siirt	-
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Mühendis