

**T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİ (PGPB) UYGULAMALARININ
EKMEKLİK VE MAKARNALIK BUĞDAYDA GELİŞME, VERİM VE VERİM
ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

**MEHMET SONKURT
(163110024)**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi FATİH ÇIĞ

**Temmuz-2018
SİİRT**

TEZ KABUL VE ONAYI

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÇİĞ danışmanlığında, Mehmet SONKURT tarafından hazırlanan “Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri (PGPB) Uygulamalarının Ekmekli ve Makarnalık Buğdayda Gelişme, Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisini Belirlenmesi” adlı tez çalışması 13/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Çetin KARADEMİR

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÇİĞ

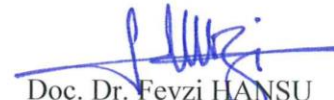
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kenan KARAGÖZ

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Doç. Dr. Fevzi HANSU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2018-SİÜFEB-007 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

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


Mehmet SONKURT

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

ÖN SÖZ

Buğday (*Triticum* sp.) insanoğlunun temel besin kaynağıdır. Hızla artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak için buğday üretiminin artırılması gerekmektedir. Üretimin ve kalitenin artırılması için yoğun olarak kullanılan, temel girdi kaynağı olan ve çevre üzerinde olumsuz etkileri artan kimyasal gübre kaynaklarının yerini alabilecek organik gübrelerin araştırılması ve kullanılması gerekmektedir. Birçok olumlu özelliği yönüyle Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler (PGPB) buğdayda verim ve kalitenin artırılmasında önemli bir alternatif organik gübre kaynağı olup ülkemizde bu konuyla ilgili araştırmaların yapılması önem arz etmektedir.

Bu yönüyle tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarımda yaptığı katkılarından ötürü Danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÇİĞ'a teşekkür ederim. Arazi ve laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Harun BEKTAŞ'a, Dr. Öğr. Üyesi Arzu ÇİĞ'a, Araştırma Görevlisi Semih AÇIKBAŞ, Suna ÇAKMAK, Murat ŞAHİN, Mustafa KİBAR, Sultan DERE, yüksek lisans eğitimine devam eden Hakan DEMİR, Cebrail ERBEYİ ve Mehmet EFE'ye teşekkür ederim.

Eğitim-Öğretim yaşamımda her zaman desteklerini esirgemeyen, sevgili anne ve babama, bilgisi ve desteğiyle her zaman yanımda olan kardeşim Mustafa SONKURT'a teşekkür ederim.

Mehmet SONKURT
SİİRT-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	9
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.1.1 Kullanılan bitki türleri.....	22
3.1.2. Kullanılan bakteri strainleri	22
3.2. Metot	22
3.2.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri.....	22
3.2.2. Deneme deseni	24
3.2.3. Gübre uygulaması	24
3.2.4. Bakteri uygulaması	25
3.2.5. Ekim, bakım, hasat ve harman	26
3.2.6. Verilerin elde edilmesi	28
3.2.6.1. Bitki boyu (cm)	28
3.2.6.2. Başak boyu (cm)	28
3.2.6.3. Kardeş sayısı	28
3.2.6.4. Metrekaredeki başak sayısı (adet/m ²)	28
3.2.6.5. Başakta başakçık sayısı (adet/başak)	28
3.2.6.6. Başakta tane sayısı (adet/başak).....	28
3.2.6.7 Bin tane ağırlığı (gram).....	29
3.2.6.8 Tane verimi (kg/da).....	29
3.2.6.9 Biyolojik verim (kg/da).....	29
3.2.6.10 Hektolitre ağırlığı (kg/100 l).....	29
3.2.6.11 Hasat indeksi (%)	29
3.2.7. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
4.1. Bitki Boyu	30

4.1.1. Makarnalık buğdayda bitki boyu (cm).....	30
4.1.2. Ekmeklik buğdayda bitki boyu (cm).....	31
4.2. Başak Boyu	33
4.2.1. Makarnalık buğdayda başak boyu (cm)	33
4.2.2. Ekmeklik buğdayda başak boyu (cm).....	34
4.3. Kardeş Sayısı	36
4.3.1. Makarnalık buğdayda kardeş sayısı	36
4.3.2. Ekmeklik buğdayda kardeş sayısı	37
4.4. Metrekarede Başak Sayısı	38
4.4.1. Makarnalık buğdayda metrekarede başak sayısı (adet/m ²).....	38
4.4.2. Ekmeklik buğdayda metrekarede başak sayısı (adet/m ²).....	40
4.5. Başakta Başakçık Sayısı	41
4.5.1. Makarnalık buğdayda başakta başakçık sayısı (adet/başak).....	41
4.5.2. Ekmeklik buğdayda başakta başakçık sayısı (adet/başak).....	43
4.6. Başakta Tane Sayısı	44
4.6.1. Makarnalık buğdayda başakta tane sayısı (adet/başak)	44
4.6.2. Ekmeklik buğdayda başakta tane sayısı (adet/başak)	45
4.7. Bin Tane Ağırlığı.....	47
4.7.1. Makarnalık buğdayda bin tane ağırlığı (gram)	47
4.7.2. Ekmeklik buğdayda bin tane ağırlığı (gram)	48
4.8. Tane Verimi	49
4.8.1. Makarnalık buğdayda tane verimi (kg/da)	49
4.8.2. Ekmeklik buğdayda tane verimi (kg/da).....	50
4.9. Biyolojik Verim	52
4.9.1. Makarnalık buğdayda biyolojik verim (kg/da)	52
4.9.2. Ekmeklik buğdayda biyolojik verim (kg/da)	53
4.10. Hektolitre Ağırlığı	55
4.10.1. Makarnalık buğdayda hektolitre ağırlığı (kg/100 l).....	55
4.10.2. Ekmeklik buğdayda hektolitre ağırlığı (kg/100 l).....	56
4.11. Hasat İndeksi.....	58
4.11.1. Makarnalık buğday hasat indeksi (%).....	58
4.11.2. Ekmeklik buğday hasat indeksi (%).....	59

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
5.1. Sonuçlar	61
5.2. Öneriler	62
6. KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ.....	74



TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Dünya ve Türkiye tahıl üretim değerleri.....	1
Tablo 1.2. Ekmeklik ve makarnalık buğday üretim değerleri.....	2
Tablo 1.3. 2015-2019 Dünya gübre talebi	4
Tablo 3.1. Siirt ilinin uzun yıllar ve 2017-2018 Ekim-Haziran ayları ortalama iklim değerleri	23
Tablo 3.2. Deneme arazisi toprak analiz değerleri.....	24
Tablo 4.1. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları	30
Tablo 4.2. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde bitki boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	30
Tablo 4.3. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları	31
Tablo 4.4. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bitki boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	32
Tablo 4.5. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde başak boyuna ait varyans analizi sonuçları	33
Tablo 4.6. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde başak boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	33
Tablo 4.7. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başak boyuna ait varyans analizi sonuçları.....	34
Tablo 4.8. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başak boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	35
Tablo 4.9. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde kardeş sayısına ait varyans analizi sonuçları	36
Tablo 4.10. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde kardeş sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	36
Tablo 4.11. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde kardeş sayısına ait varyans analizi sonuçları	37
Tablo 4.12. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde kardeş sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	37
Tablo 4.13. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait varyans analizi sonuçları. 38	
Tablo 4.14. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	39
Tablo 4.15. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait varyans analizi sonuçları	40

Tablo 4.16. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	40
Tablo 4.17. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde başakçık sayısına ait varyans analizi sonuçları	41
Tablo 4.18. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	42
Tablo 4.19. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	43
Tablo 4.20. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakçık sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	43
Tablo 4.21. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	44
Tablo 4.22. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	45
Tablo 4.23. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	46
Tablo 4.24. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	46
Tablo 4.25. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	47
Tablo 4.26. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	47
Tablo 4.27. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	48
Tablo 4.28. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	48
Tablo 4.29. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde tane verimine ait varyans analizi sonuçları	49
Tablo 4.30. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde tane verimine (kg/da) ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	49
Tablo 4.31. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinde tane verimine ait varyans analizi sonuçları.....	50
Tablo 4.32. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde tane verimine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	51
Tablo 4.33. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde biyolojik verimine ait varyans analizi sonuçları.....	52

Tablo 4.34. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde biyolojik verimine (kg/da) ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	52
Tablo 4.35. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinde biyolojik verime ait varyans analizi sonuçları	54
Tablo 4.36. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde biyolojik verime (kg/da) ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	54
Tablo 4.37. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde hektolitreye ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	55
Tablo 4.38. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde hektolitreye ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	56
Tablo 4.39. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hektolitreye ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	56
Tablo 4.40. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hektolitreye ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	57
Tablo 4.41. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 4.42. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) çeşidinde hasat indeksine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	58
Tablo 4.43. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları	59
Tablo 4.44. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hasat indeksine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Deneme deseni	24
Şekil 3.2. Bakterilerin nutrient agar ve nutrient broth besi ortamında gelişimi	26
Şekil 3.3. Arazi parselasyonu ve ekim	26
Şekil 3.4. Deneme ve parsel görünümleri.....	27
Şekil 4.1. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda bitki boyu değerleri	32
Şekil 4.2. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda başak boyu değerleri	34
Şekil 4.3. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğday başak boyu değerleri..	35
Şekil 4.4. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda metrekarede başak sayısı değerleri	39
Şekil 4.5. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda başakta başakçık sayısı değerleri	42
Şekil 4.6. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda başakta başakçık sayısı değerleri	44
Şekil 4.7. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda başakta tane sayısı değerleri	45
Şekil 4.8. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğday tane verimi değerleri..	51
Şekil 4.9. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda biyolojik verim değerleri	53
Şekil 4.10. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğday biyolojik verim değerleri	55

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
PGPB	: Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler
ACC	: 1-aminosiklopropan-karboksilat
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
S.D	: Serbestlik derecesi
V.K.	: Varyasyon kaynakları
CV	: Değişim katsayısı
K.T.	: Kareler toplamı
K.O.	: Kareler ortalaması
POX	: Peroksidaz
HCN	: Hidrosiyamik asit
Kob	: Koloni oluşturan bakteri
IAA	: İndol asetik asit
MIS	: Mikrobiyal tanılama sistemi
U.Y.O.	: Uzun yıllar ortalaması
TÜBİTAK:	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
KONTROL 1 (K1)	: AŞISIZ ve gübresiz kontrol
KONTROL 2 (K2)	: AŞISIZ ve %50 gübreli kontrol
KONTROL 3 (K3)	: AŞISIZ ve %100 gübreli kontrol
BAKTERİ 1 (B1)	: <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> TV14B
BAKTERİ 2 (B2)	: <i>Bacillus atrophaeus</i> TV83D
BAKTERİ 3 (B3)	: <i>Bacillus</i> -GC group TV119E
BAKTERİ 4 (B4)	: <i>Cellulomonas turbata</i> TV54A
BAKTERİ 5 (B5)	: <i>Bacillus atrophaeus</i> TV83D + <i>Bacillus</i> -GC group TV119E ikili kombinasyonu

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
m	: Metre
cm	: Santimetre
l	: Litre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mM	: Milimol
ppm	: Milyonda bir birim (Parts per million)
°C	: Santigrat
da	: Dekar
ha	: Hektar
N	: Azot
NaCl	: Sodyum klorür
S	: Kükürt
C	: Karbon
P	: Fosfor
Zn	: Çinko
Ca	: Kalsiyum
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
K	: Potasyum

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİ UYGULAMALARININ EKMEKLİK VE MAKARNALIK BUĞDAYDA GELİŞME, VERİM VE VERİM ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

MEHMET SONKURT

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi FATİH ÇİĞ

2018, 73 Sayfa

Bu çalışma 2017-2018 yılında Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarları ve deneme arazisinde, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve 24 parsel olacak şekilde, iki ayrı deneme olarak yürütülmüştür. Daha önceden tanısı yapılan *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B (fosfat çözücü), *Bacillus atrophaeus* TV83D (azot bağlayıcı), *Bacillus-GC group* TV119E (fosfat çözücü), *Cellulomonas turbata* TV54A (azot bağlayıcı) ve *Bacillus atrophaeus* TV83D ile *Bacillus GC group* TV119E'nin ikili kombinasyonunun Ceyhan-99 ekmeklik ve Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Yapılan testlerle bitki boyu (cm), başak boyu (cm), kardeş sayısı, metrekarede başak sayısı, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı (gr), tane verimi (kg/da), biyolojik verim (kg/da), hektolitre ağırlığı (kg/100 l) ve hasat indeksi (%) belirlenmiştir.

Yürütülen çalışma sonucunda; Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde yapılan uygulamalarla bitki boyunun 68,23-74,13 cm, başak boyunun 5,23-5,92 cm, kardeş sayısının 2,52-2,93 adet, metrekarede başak sayısının 291,7-450,0 adet, başakta başakçık sayısının 15,93-18,10 adet, başakta tane sayısının 27,93-36,40 adet, bin tane ağırlığının 43,88-47,99 gr, tane veriminin 218,75-288,89 kg/da, biyolojik verimin 565,97-756,95 kg/da, hektolitre ağırlığının 74,13-77,60 kg/100 l ve hasat indeksinin ise % 32,91-40,16 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde ise yapılan uygulamalarla bitki boyunun 71,67-80,07 cm, başak boyunun 6,45-7,92 cm, kardeş sayısının 2,07-3,27 adet, metrekarede başak sayısının 370-535 adet, başakta başakçık sayısının 14,43-17,57 adet, başakta tane sayısının 25,63-34,53 adet, bin tane ağırlığının 38,28-40,03 gr, tane veriminin 256,95-360,00 kg/da, biyolojik veriminin 615,28-850,00 kg/da, hektolitre ağırlığının 74,73-77,73 kg/100 l ve hasat indeksinin ise % 41,70-45,34 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde en yüksek tane verimi tam doz kimyasal gübre uygulamasından 288,89 kg/da ile elde edilirken; bakteri uygulamaları arasında en yüksek verim 283,33 kg/da ile azot bağlayıcı bakteri olan *Bacillus atrophaeus* TV83D uygulamasından elde edilmiş ve aralarındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı ve kimyasal gübrelemeye alternatif olabileceği görülmüştür. Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde ise en düşük tane verimi aşısız ve gübresiz kontrolde 256,95 kg/da, en yüksek tane verimi tam doz kimyasal gübre uygulamasından 360,00 kg/da ile elde edilirken; bakteri uygulamaları arasında en yüksek verim 319,45 kg/da ile azot bağlayıcı bakteri olan *Bacillus atrophaeus* TV83D uygulamasından elde edilmiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Her iki çeşitte de en düşük tane verimi aşısız ve gübresiz kontrol uygulamalarında belirlenmiştir. Çalışma sonunda *Bacillus atrophaeus* TV83D bakteri straininin, her iki çeşitte de tane verimini önemli derecede artırması sebebiyle mikrobiyal gübre materyali olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: PGPB, buğday, verim, verim öğeleri

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF THE EFFECT OF PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA (PGPB) ON BREAD AND DURUM WHEAT DEVELOPMENT, YIELD AND YIELD COMPONENTS

MEHMET SONKURT

Siirt University Graduate School of Natural and Applied Sciences Field Crops
Program

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Fatih ÇIĞ

2018, 73 Pages

This study was carried out at Siirt University Faculty of Agriculture, Department of Field Crops trial field and laboratories with 3 replications and 24 parcels according to randomized complete blocks trial design between 2017 and 2018 as two separate experiments. Study was planned to determine the effects of previously identified *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B (phosphate solubilizing), *Bacillus atropheus* TV83D (nitrogen binding), *Bacillus-GC group* TV119E (phosphate solubilizing), *Cellulomonas turbata* TV54A (nitrogen binding) and combined effects of *Bacillus atropheus* TV83D and *Bacillus-GC group* TV119E on the development of Ceyhan-99 and Firat-93 bread wheat cultivars. Plant height (cm), spike length (cm), number of tillers, number of spikes per square meter, number of spikelets per spike, number of seeds per spike, thousand grain weight (gr), grain yield (kg / da), biological yield (kg / da), hectoliter weight (kg / 100 l), and harvest index (%) were determined.

At the end of the study; In Firat-93 durum wheat cultivar; plant height was 68,23-74,13 cm, the spike length was 5,23-5,92 cm, number of tillers was 2,52-2,93, number of spikes per square meter was 291,7-450,0, number of spikelets per spike was 15,93-18,10, number of seeds per spike was 27,93-36,40, thousand grain weight was 43,88-47,99 gr, grain yield was 218,75-288,89 kg / da, biological yield was 565,97-756,95 kg / da, hectoliter weight was 74,13-77,60 kg / 100 l and harvest index was determined as % 32,91-40,16. In Ceyhan-99 bread wheat cultivar; plant height was 71,67-80,07 cm, spike height was 6,45-7,92 cm, number of tillers was 2,07-3,27, number of spikes per square meter was 370-535, number of spikelets per spike was 14,43-17,57, number of seeds per spike was 25,63-34,53, thousand grain weight was 38,28-40,03 gr, grain yield was 256,95-360,00 kg / da, biological yield was 615,28-850,00 kg / da, hectoliter weight was 74,73-77,73 kg / 100 l and harvest index was determined as % 41,70-45,34.

As a result, the highest grain yield in Firat-93 durum wheat cultivar was obtained from full dose chemical fertilizer application (288,89 kg / da); while the highest grain yield (283,33 kg / da) in bacteria applications was observed from *Bacillus atropheus* TV83D, nitrogen-binding bacteria, the difference between these two was not significant, and this bacteria can be seen as an alternative to chemical fertilization. In Ceyhan-99 bread wheat cultivar, the lowest grain yield (256,95 kg / da) was obtained from the uninoculated and unfertilized control and the highest grain yield (360,00 kg / da) was obtained from full-dose chemical fertilizer application, The highest yield among bacterial applications was obtained from *Bacillus atropheus* TV83D, a nitrogen-binding bacteria with 319,45 kg / da, and the difference between them was statistically significant. In both cultivars the lowest grain yield was determined in untreated and unfertilized control applications. At the end of the study it is thought that *Bacillus atropheus* TV83D bacterial strain can be used as a microbial fertilizer because of its ability to increase grain yield significantly in both genotypes.

Keywords: PGPB, wheat, yield, yield components.

1. GİRİŞ

Tahıllar, Graminea (Buğdaygiller=kavuzlu çiçekliler) familyası serin iklim tahılları buğday (*Triticum*), arpa (*Hordeum*), yulaf (*Avena*), çavdar (*Secale*), triticale ve sıcak iklim tahılları mısır (*Zea*), çeltik (*Oryza*), kocadarı (*Sorghum*), cin darı (*Panicum*), kuşyemi (*Phalaris*) gibi ekonomik yönden önemli cinsleri içeren geniş bir gruptur (Elçi ve ark., 1994). Dünyadaki temel besin kaynaklarından olan tahıllar ya oldukları gibi tohum olarak ya da işlenip un, kepek, nişasta veya yağ olarak tüketilebilirler. Buğday ve çeltik çoğunlukla insanların beslenmesinde besin olarak kullanılırken arpa, mısır, çavdar, yulaf, sorgum ve darılar (cin darı, kumdarı) daha çok hayvan yemi olarak kullanılır. Tahılların tanelerinin öğütülmesiyle elde edilen unla ekmek yapılır, bu ekmek bol miktarda lif içerdiğinden sindirim sistemi için oldukça faydalıdır. Bunun yanı sıra tahıllardan yağ çıkarılabilir ya da glikoz veya alkol üretiminde yararlanır. Bol nişasta içeren taneleriyle yüksek enerji sağlayan bu tarım ürünlerinden buğday en çok yetiştirilen tahıldır.

Dünya nüfusu 2016'da 7,3 milyara ulaşmış olup, nüfusun 2050 yılında 9,7 milyarı aşacağı öngörülmektedir. Nüfusla paralel olarak artan dünya tahıl üretimi de 2016 yılında ise 709 milyon ha ekim alanı ile 2 milyar tona ulaşmıştır. Ülkemizde ise tahıl üretimi 2016 yılında 11,4 milyon ha ekim alanı ile 35 milyon tona çıkmıştır (Tablo 1.1.).

Tablo 1.1. Dünya ve Türkiye tahıl üretim değerleri (Url-1,2,3)

	DÜNYA			TÜRKİYE		
	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (milyon ton)	Verim (kg/ha)	Ekim Alanı (bin ha)	Üretim (bin ton)	Verim (kg/ha)
Buğday	224,7	736,4	3367	7672	20600	2690
Arpa	49,2	148,7	3023	2740	6700	2445
Yulaf	9,7	22,5	2328	9,9	225	2270
Çavdar	4,6	12,8	2732	11,5	300	2608
Triticale	4,1	16,9	4099	3,7	125	3320
Mısır	180,8	972,7	5405	680	6400	9410
Çeltik	162,7	74,1	4556	116	920	7930
Darılar	31,4	28,3	903	2,3	5,3	2310
Sorgum	42,2	62,3	1475	0,0005	0,003	600
Kuş Yemi	0,23	0,2	878	0,4	0,67	1680
Toplam	709,8	2075,4	2744,1	11464	35336	7057,3

Tahıllarda buğday, mısır ve çeltik dünya tahıl üretiminin % 85'ini oluşturmaktadır. Buğday ve çeltik direkt olarak insan besin maddesi iken; mısır hem hayvan hem insan besin maddesi olarak tüketilmektedir. Ülkemizde ise işlenen alanların büyük bir bölümünde tahıl tarımı yapılmakta olup, ekolojik koşullar sebebiyle tahıllar içerisinde en fazla buğday ve arpa yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Türkiye’de bitkisel üretimin yapılabileceği 24,5 milyon hektarlık tarım alanı içerisinde yaklaşık % 50’lik payı tahıllar oluşturmaktadır. Tahıl alanlarının % 67’lik kısmında ekilen buğday, ilk sırada yer almaktadır. 2017 yılı verilerine göre ekmeçlik ve makarnalık buğday ekiliş alanı yaklaşık 7,66 milyon ha, üretimi 21,5 milyon ton ve verimi ise 280 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Ekim alanlarının yaklaşık % 16’sını makarnalık buğday oluşturmaktadır (Tablo1.2.).

Tablo 1.2. Ekmeçlik ve makarnalık buğday üretim değerleri (Url-4)

YILLAR	EKMEÇLİK BUĞDAY			MAKARNALIK BUĞDAY			TOPLAM		
	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (milyon ton)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (bin ton)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (bin ton)	Verim (kg/da)
2005	7,25	17	234	2,0	4,5	225	9,25	21,5	232
2010	6,77	16,22	240	1,33	3,45	259	8,10	19,67	243
2011	6,75	17,95	266	1,33	3,85	288	8,09	21,8	269
2012	6,33	16,80	265	1,19	3,3	277	7,52	20,10	267
2013	6,49	17,97	277	1,27	4,07	319	7,77	22,05	284
2014	6,63	15,70	237	1,28	3,3	257	7,91	19	240
2015	6,59	18,50	281	1,27	4,1	322	7,86	22,6	287
2016	6,43	16,98	264	1,23	3,62	292	7,67	20,6	269
2017	6,43	17,60	274	1,23	3,9	315	7,66	21,5	280

Buğday (*Triticum* sp.) tahıllar içerisinde yenilebilir bitkilerin en kompozitidir. Buğday, dünya genelinde en fazla ekim alanına sahip, çoğu ülkenin temel besin kaynağı olan, hayvancılık ve sanayiye temel girdi sağlayarak karbonhidrat kaynağı olarak kullanılan vazgeçilmez bir kültür bitkisidir. Buğday tanesinden elde edilen un, makarna, bulgur, nişasta ve diğer ürünler insan beslenmesinde; sapları ve artıkları ise selüloz endüstrisinde ve hayvan beslenmesinde kaba yem olarak kullanılmaktadır.

Tarih boyunca birçok uygarlıkla bütünleşen ve gelişen buğdayın insanoğlu ile hikâyesi yaklaşık 10 bin yıl önce Türkiye, İran, Irak, Suriye, Lübnan, İsrail ve Filistin’in bir kısmını içerisinde alan ‘Bereçekli Hilal’ olarak isimlendirilen coğrafyada başlamıştır (Anonim, 2016). Buğday tarımının ilk tarımı yapıldığı Güneydoğu Anadolu Bölgesi,

buğday atalarının da (*T. urartu*, *T. boeoticum*, *T. dicoccoides*, *Aegilops tauschii*) doğal yayılış gösterdiği gen bölgesidir (Nesbitt ve Samuel, 1996; Zohary ve Hopf, 2000).

Buğday dünya genelinde birçok bölgede yetiştirilebilen bir bitki olup 67° N'den (Norveç) 45° S (Arjantin) enlemine, Çin'den Amerikaya uzanan geniş bir alanda yetiştirilir (Gustafson ve ark., 2009). Buğday yetiştirilen alanların çoğu kuzey yarım kürede bulunmaktadır. Ekim alanı olarak % 45 ile Asya birinci sırada yer almakta Asya'yı % 27 ile Avrupa ve % 17 ile Amerika kıtaları izlemektedir (Url-5). Buğday dünya total tahıl üretiminin yaklaşık % 29-30'unu oluşturmaktadır olup insanoğlunun en önemli bitkisel kökenli protein kaynağıdır (Gustafson ve ark., 2009). Bilim adamları onun genetik kompleksini mucize olarak görmekte ve buğdayın kompleks durumu değişken çevre koşullarına mükemmel uyum sağlamaktadır. Buğday kültürleri, diğer tahıllar ve onların besleyici değerlerine nazaran en üstünüdür (Zohary ve Hopf, 2000). Bunun yanında % 60-80 nişasta, % 7-22 protein içermekte ve seçili yabancı türleri % 17-28 arası proteine ulaşabilmektedir (Avivi ve ark., 1983; Avivi, 1978, 1979; Levy ve Feldman, 1987; Nevo ve ark., 1986).

Buğday tohumundaki endosperm eşsiz kalitede olup antik dünyadan günümüz modern dünyasına kadar temel besin kaynağı olmuştur. Buğdayın, insan besini olarak bitkisel kökenli besinlerden alınan total kalorisinin % 20'sini sağladığı, bu oranın ülkemizde % 53 civarında olduğu belirtilmektedir (Url-6). Buğday, unlu ürünler başlıca olmak üzere gıda sanayinde de temel hammadde olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında önemli bir hayvan yemi olarak kullanılmakta olup endüstriye de hammadde sağlamaktadır (Morrison, 1988). Bu özellikleri yönüyle dünya çiftçilerinin çoğunu buğday yetiştiricileri oluşturur.

Buğday tanesinin yaklaşık olarak % 14,5'ini kabuk, % 2,5'ini embriyo, % 83'ünü endosperm oluşturur (Url-7). Buğdayda bulunan karbonhidratın büyük kısmı nişasta formunda olup protein ise gluten ağırlıklıdır. Buğday vücudumuzda sentezlenmeyen sekiz aminoasidi ihtiva etmekle birlikte insan beslenmesi için zorunlu olan tiamin (B1-vitamini), riboflavin (B2- vitamini), pantotenik asit (B3-vitamini), nikotonik asit (niasin) ve tokoferol (E vitamini) gibi vitaminlerin önemli kaynağıdır (Hoseney, 1986). Bunun yanında hayvancılık açısından çok önemli bir kaba yemdir. Temel besin kaynağı olması sebebiyle dünyada buğday üretiminde meydana gelecek azalma temel gıda maddelerinin fiyatlarını etkilemekte ve bu durum doğrudan topluma yansımaktadır. Bu nedenlerden

ötürü buğday tüm ülkeler için hayati önemde olup dünya ticaretinde stratejik öneme sahiptir.

Nüfus artışı ve paralelinde meydana gelen buğday üretimini artırmaya yönelik küresel çabalar kısmi olarak başarıya ulaşmış ve buğday verimini artırmış olsa da artmakta olan nüfusun ihtiyacını karşılamada yeterli değildir. Bu durum ülkemiz için de geçerlidir. Genel olarak son kırk yılda tahıl ekim alanlarında önemli bir değişiklik olmamasına rağmen, yüksek verimli çeşit ve sertifikalı tohumluk kullanımı yanında, sulama, gübreleme, ilaçlama imkânlarının artması ve uygun yetiştirme teknikleri sayesinde üretimde sürekli artış sağlanmış, yine de birçok üründe arzu edilen miktar ve kalitede üretim gerçekleştirilememiştir.

Bitkisel üretimde amaç, birim alan başına kuru madde verimini arttırmak olduğundan yoğun girdi kullanımı da paralel olarak artmaktadır. Bu girdiler içerisinde gübre en önemli kalemlerden birini oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda gübrelerin verimlilik artışıdaki payı üretim koşullarına göre değişse de, gübre kullanımının verim üzerinde % 40 ile % 60 arasında olduğu ifade edilmektedir (Stewart ve ark., 2005; Aydeniz, 1992).

FAO istatistiklerine göre 2015 yılı dünya total gübre talebi (N+ P₂O₅ +K₂O) 186 milyon ton iken bu talebin 2019 yılında 199 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (Tablo 1.3.). Dünya tarım alanlarında 2014 yılında ortalama 139,4 kg/ha kimyasal gübre kullanılmıştır (Url-8). Total kimyasal gübrenin yaklaşık % 15' i ise buğday tarımında kullanılmaktadır. En çok buğday üreten 10 ülkenin buğday tarımında kullandığı kimyasal gübre (total N, P₂O₅, K₂O) miktarı yaklaşık 18 milyon ton (Url-9) iken, dünya buğday tarımında kimyasal gübre kullanımı dekara 11,6 kg olmuştur (Url-10).

Tablo 1.3. 2015-2019 Dünya gübre talebi (bin ton) (Url-11)

Yıl	2015	2016	2017	2018	2019
Azot (N)	112 539	113 955	115 498	116 905	118 222
Fosfor (P₂O₅)	42 113	42 865	43 785	44 652	45 527
Potasyum (K₂O)	31 973	32 802	33 629	34 452	35 257
Toplam	186 625	189 622	192 912	196 009	199 006

Türkiye’de ise 2015 yılı total gübre tüketimi 5,5 milyon ton olmuştur (Url-12). Tarım alanlarında 2013 yılı birim alana kimyasal gübre kullanımı, ortalama 98.1 kg/ha olarak gerçekleşmiştir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de ticari gübre kullanımı son 30 yılda önemli oranda artış göstermiştir. 2013 yılı gübre tüketiminin % 55,2'sini tahıllar

oluşturmuş olup tahıl tarımı yapılan alanların % 90'ının fazlasında gübre kullanılmıştır (Güven, 2016). 2015 yılı gübre tüketimimizin % 65,6' sını ise azot gübrelemesi şeklinde olmuştur (Url-13).

Ülkemizde ticari gübre tüketimi, tarımda ileri ülkelerle kıyaslandığında çok yüksek olmamakla birlikte yanlış gübre kullanımı söz konusudur. Bu durum buğday tarımında da görülmekte ve yanlış gübreleme sonucu çevre kirliliğiyle ilgili sorunlar artmaktadır. Yoğun kimyasal gübreleme sonucu toprak yorgunluğu oluşmakta, yağışlar ile birlikte gübreler taban suyuna karışmakta, deniz ve gölleri kirletmekte bunun yanında yaprakları tüketilen sebzeler ve yem bitkilerinde bitki bünyesine insan ve hayvan sağlığına zararlı olan nitrat ve diğer kimyasal bileşikler birikmektedir. Özellikle başta kanser olmak üzere diğer hastalıkların artması sonucu kimyasal gübre kullanımının azaltılması düşünülmekte ancak bu durumu telafi edebilmek için de alternatiflerin oluşturulması gerekmektedir.

Bu alternatifler içerisinde organik gübre kullanımı en önemli bir seçenektir. Organik gübreler hayvan gübresini (ahır, solucan, tavuk), yeşil gübreyi, kompostları ve mikrobiyal gübreleri (bakteri, mikoriza vb.) içermektedir. Bu gübreler bitkinin doğal beslenmesini, toprağın biyolojik aktivitesinin artmasını, kimyasal gübre kullanımının azaltılmasını sağlamakta ve çevre korumaya olumlu etkilerinin olması yönüyle önemli olmaktadır.

Dünya organik gübre talebi 2016 yılında 17 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup 2018 yılında 19 milyon tonu aşacağı öngörülmektedir. 2016 yılı organik gübre talebinin 10,15 milyon tonunu hayvansal kökenli, geri kalanını bitkisel kökenli gübreler oluşturmuştur. Organik gübre pazarı 2016 yılında 5,57 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu pazarın 2025 yılında 10 milyar doları aşacağı öngörülmektedir. Tahıllar ve diğer taneli ürünler organik gübre kullanımında en yüksek payı almakta olup, 2016 yılında 12 milyon tonu aşmıştır. Avrupa, organik tarım pazarının merkezi durumunda olup onu Kuzey Amerika takip etmektedir. Organik tarım pazarında Belçika, Hollanda, Amerika ve Fransa en önemli ihracatçı konumundadır (Url-14).

Ülkemizde ise organik gübre üretimi 2014 yılında 170,7 milyon ton olup tüketim ise 190,8 milyon ton olmuştur (Url-15). Organik gübreler içerisinde mikrobiyal gübreler son yıllarda üzerinde en çok durulan ve araştırma yapılan organik gübre kaynaklarından biridir.

Toprakta çok sayıda ve çeşitlilikte mikroorganizma bulunmakta olup, moleküler tekniklere dayandırılarak yapılan çalışmalar sonucu bir gram toprakta yaklaşık 4000 mikroorganizma olduğu belirlenmiştir (Montesinos, 2003). Bu mikroorganizmalar 18. yüzyıldan beri bitkisel üretimde kapsamlı bir şekilde kullanılmaktadır (Mahmood ve ark., 2016). Özellikle bitki kökü ve toprağın yakın olduğu bölgede mikroorganizma sayısı ve çeşitliliği artmaktadır. Bitkinin kökleri ve toprak arasında olan bu bölgeye rizosfer denilmektedir. Bu bölgede fiziksel, kimyasal, biyolojik olaylar toprağın diğer kısımlarına oranla çok yoğun olarak gerçekleşmektedir (Kennedy, 1998). Rizosfer, bitkiler ile mikroorganizmalar için besin kaynağı ve çeşitli salgıların bulunması nedeniyle hayati öneme sahiptir (Dennis ve ark., 2010; Friesen ve ark., 2011; Berendsen ve ark., 2012). Bu bölgede besin elementlerinin (C, P, N, ve S) biyokimyasal döngüsü fitohormonların ve antibiyotiklerin üretimi gerçekleşmektedir (Cardoso ve Freitas, 1992). Rizosferde yoğun miktarda bakteri, fungus, virüs, alg, protozoa ve nematodlar bulunmaktadır.

Rizosferde bulunan en önemli mikroorganizma gruplarından biri de bakterilerdir. Rizosfer bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin kolayca köklerde kolonize olması ve bitki gelişimini teşvik etmesi nedeniyle önemlidir (Andrews ve Harris, 2000). Yapılan çalışmalarda rizosfer bölgesinde serbest yaşayan ve simbiyotik bakterilerin çoğunun *Bacillus*, *Xanthomonas*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Serratia*, *Erwinia*, *Rhizobium* ve *Flavobacterium* genuslarına ait bakteriler olduğu ve bunların başarılı bir şekilde kolonize oldukları gözlenmiştir (Glick, 1995; Kaymak, 2011).

Bitki gelişimini teşvik edici bakteriler bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde olumlu etkide bulunan bakteriler olarak tanımlanmaktadır (Çakmakçı ve ark., 2006; Persello-Cartieaux ve ark., 2003). Bitki gelişimine olumlu katkı sağlayan bu kök bakterilerini Türkçe’de “Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler” olarak adlandırabiliriz. İngilizce’de bu bakteriler “Plant Growth Promoting Bacteria” olarak adlandırılmakta ve PGPB olarak kısaltılmaktadır.

Bitki gelişimini teşvik edici bakteriler; genellikle bitki rizosferinde kolonize olan çeşitli yollarla azot fiksasyonu, fosfat çözme (Bhattacharyya ve Jha, 2012), siderofor, hidrosiyamik asit (HCN) (Bhatia ve ark., 2005) indol asetik asit, gibberelik asit, sitokinin, oksin, litik enzim (Frindlender ve ark., 1993; Kloepper ve ark., 2007; Persello-Cartieaux ve ark., 2001, 2003; Patten ve Glick, 2002; De Salamone ve ark., 2001) salgılayan, bitkide sistemik dayanıklılığı teşvik eden (Ramamoorthy ve ark., 2001; Weller ve ark., 2002) ya

da sekonder metabolitlerin bitkide salgılanmasını sağlayarak (Sekar ve Kandavel, 2010) patojenlere direnç kazanmasını, ACC deaminaz ve çeşitli antioksidantlar salgılayarak bitkinin su stresine karşı direnç kazanmasını sağlayan (Figueiredo ve ark., 2008; Belimov ve ark., 2001; Glick ve ark., 1995) ayrıca salgıladığı enzimlerle toprakta bulunan Zn, Ca, Mn, Cu, Fe ve K elementlerinin alımını arttırarak (Mantelin ve Touraine, 2004; Goswami ve ark., 2016) bitki gelişimine olumlu etkide bulunan önemli bir bakteri grubudur. Bitki gelişimini teşvik edici bakteriler ağır metal (Glick, 2010), oksidatif stres (Stajner ve ark., 1995, 1997), kuraklık (Alvarez ve ark., 1996), tuzluluk (Weyens ve ark., 2009; Yang ve ark., 2009; Venkateswarlu ve ark., 2008) gibi abiyotik stres koşullarına karşı bitkinin direnç kazanmasını da sağladığı rapor edilmiştir (Christian ve ark., 2009).

Bunun yanında bu bakteriler toprağın bioremediasyonunda kullanılabilir. *Bacillus*, *Pseudomonas* ve *Methanobacteria* ağır metallerin bulunduğu toprakların biyoremediasyonunda kullanılan PGPB bakterileridir (Milton, 2007). Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler çeşitli enzimlerle (pox, fosfataz vb.) toprak kirleticilerini (pestisit, toksik metal) farklı formlara dönüştürerek bitkilerin zarar görmesini engellemektedirler (Dowling ve Doty, 2009; Gerhardt ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2003). Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin (PGPB) genel faydaları şu şekilde özetlenebilir:

- Bitkiye azot temin ederler.
- Fosfatı çözerek yararlılığını artırır.
- Topraktaki demiri bitkinin alabileceği forma dönüştürürler.
- Bazı iz elementlerin topraktaki yararlılığını artırır.
- Hormon üreterek bitki gelişimini hızlandırır.
- Topraktaki pestisitleri ve toksik maddeleri parçalar.
- Organik maddeleri parçalayarak toprağı daha verimli hale getirir.
- Antibiyotik, enzim ve toksin üreterek patojenleri kontrol ederler.
- Bitkilerde sistemik dayanıklılığı teşvik ederler.
- Toprak patojenlerini baskırlar.
- Kuraklık, tuzluluk, ağır metal gibi abiyotik stres faktörlerinden korurlar.

Serratia, *Azospirillum*, *Gluconacetobacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Burkholderia* ve *Azoarcus* genuslarına ait bazı strainlerin önemli bitki gelişimini teşvik edici bakteriler olduğu, *Pseudomonas* ve *Bacillus* türlerinin en çok çalışılan PGPB

bakterilerinden olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Staley ve Drahos, 1994; Das ve ark., 2013; Naveed ve ark., 2014 a,b; Hussain ve ark., 2016a; Hussain ve ark., 2017; Shahzad ve ark., 2017). Özellikle tahılların rizosferinden *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Serrratia* *Azospirillum* ve *Pseudomonas* genusuna dahil birçok PGPB straini izole edilip tanılanmıştır (Berendsen ve ark., 2012; Gonzalez ve ark., 2015; Zaheer ve ark., 2016).

Kimyasal gübre kullanımının yarattığı olumsuz etkilerden kaçınmak için dünya genelinde organik gübre kullanımına yönelik artan bir eğilim bulunmaktadır. Bu organik gübreler içerisinde Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler (PGPB) alternatif olarak kullanılabilir mikrobiyal gübre kaynağıdır. Bu bakteriler direkt ve indirekt olarak bitki gelişimini sağlamasına rağmen bunu sağlayan spesifik mekanizması henüz tam olarak karakterize edilememiştir.

Yapılan araştırmalarda özellikle *Pseudomonas* sp., *Azospirillum* sp., *Pantoea* sp. bakteri grubunun ılıman iklimlerde yetiştirilen buğday ve mısırdaki bitki gelişimi ile azot alımını arttırdığı belirlenmiştir (Meena ve Rai, 2017). Son yıllarda bu bakterilerin ticari formülasyonları mısır, buğday, patates, domates gibi birçok bitkinin yetiştiriciliğinde kullanılmakta olup bu bakterilerin bitki boyu, kök gelişimi ve kuru madde artışında önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu bakterilerin kullanımının kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanımını, maliyetini ve evre kirliliğini azaltacağı öngörülmektedir (Mehnaz ve ark., 2001, 2010).

Bakteri etkinliğinin toprak özellikleri, topraktaki organik madde içeriği, bitki ve bakteri çeşidi ile bitki yetiştirme şartlarına göre değiştiği bildirilmiştir (akmakı ve ark., 2006). Bu yönüyle bakterilerin bitki gelişimi üzerindeki etkileriyle ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan bu araştırmada buğdayda Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri uygulamasının gelişim, verim ve verim öğeleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Özellikle lkemizde izole edilen, üstünlükleri tarla ve sera çalışmaları ile ortaya konulan bakterilerin buğday üzerine etkisi yeterli düzeyde araştırılmamıştır. Bu alışma ile ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerine Van Gölü havzasından izole edilen ve bitki gelişimini teşvik edici bazı özellikleri bilinen bakteriler inokule edilerek buğdayda gelişme, verim ve verim öğeleri üzerine olan etkisi incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Birçok ülkede tahıllarda verim artışı, biyotik ve abiyotik strese karşı dayanıklılık üzerine Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin etkisi yoğun biçimde araştırılmış ve araştırılmaya devam edilmektedir.

Kader ve ark. (2002) tarafından Bangladeş'te yürütülen çalışmada *Azotobacter* uygulamasının buğday verimi ve azot alımı üzerine etkisi saksı çalışmasında incelenmiştir. Yapılan *Azotobacter* uygulaması, sera koşullarında verimi kontrole göre % 18 arttırmıştır. Ayrıca bakteri uygulaması kök gelişimini önemli derecede arttırmış olup topraktan azot alınımını kontrole göre % 36 arttırmıştır.

Raj ve ark. (2004) tarafından Hindistan'da yürütülen çalışmada 5 farklı *Pseudomonas* straini (*Pseudomonas fluorescens* UOM SAR 30, UOM SAR 14, UOM SAR 56, UOM SAR 32 ve UOM SAR 80) ile inokule edilen inci darının fungal hastalık etmeni olan *Sclerospora graminicola*'ya karşı etkisi incelenmiştir. Bakteri uygulanmış bitkilerin hem tarla koşullarında hem sera koşullarında hastalığa karşı sistemik dayanıklılık kazandığı, bu dayanıklılığın strainlere bağlı olarak % 20-75 arasında değiştiği, UOM SAR 14 straininin % 71-75 arası daha az hastalıktan etkilendiği ve bunların yanında tane veriminin % 22 arttığı belirlenmiştir.

Oral ve ark. (2006) tarafından Erzurum'da yürütülen araştırmada ahududu (*Bacillus cereus* RC18, *Bacillus subtilis* RC11 ve *Paenibacillus polymyxa* RC14), buğday ve arpa (*Bacillus licheniformis* RC08, *Bacillus megaterium* RC07, *Pseudomonas putida* RC06 ve *Paenibacillus polymyxa* RC05), domates (*Bacillus* OSU-142) ve biber (*Bacillus* M-13) rizosferinden izole edilerek tanılanmış 9 bakteri izolatu buğday ve ıspanak tohumlarına inokule edilerek, bu izolatların bitki enzim aktivitesi üzerine etkisi test edilmiştir. Genç bitki yapraklarından alınan örneklerden homojenat hazırlanarak, glukoz 6-fosfat dahidrojenaz (G6PD, EC 1.1.1.49), 6-fosfoglukonat dehidrojenaz (6PGD, EC 1.1.1.44), glutatyon redüktaz (GR, EC 1.8.1.7) ve glutatyon S-transferaz (GST, EC 2.5.1.18) enzimlerinin aktivite değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucu bakteri aşılama buğday ve ıspanak gelişimi ve enzim aktivitesi üzerine önemli etki gösterdiği belirlenmiş ve *Pseudomonas putida* RC06 ve *Paenibacillus polymyxa* RC14 ve RC05 bakterileriyle muamele edilen buğday örneklerindeki GR ve GST enzim aktivitelerinde önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir. En yüksek G6PGD ve 6PGD aktivitesi ise *Paenibacillus polymyxa* RC05 muamelesinde gözlemlenmiştir.

Kumar ve Ahlawat (2006) tarafından Yeni Delhi'de yürütülen bir çalışmada biyogübre ve azot uygulamasının buğday ve mısır-buğday münavebesi üzerine etkisi incelenmiştir. Her iki gübreleme ile buğdayda kontrole kıyasla verim ve verim öğelerinde önemli artış sağlamıştır. Ancak bu biyogübrelerin (*Rhizobacteria* ve *Azotobacter*) hiçbiri buğdaydan sonra ekilen mısır gelişimi üzerine pozitif etkide bulunmamıştır. Biyogübre içerisinde *Rhizobacteria* uygulamasının tane verimini (4,02 ton/ha), saman verimini (6,05 ton/ha) kontrole göre (tane 3,72 ton/ha ve 5,57 ton/ha) önemli miktarda arttırdığı ve *Rhizobacteria* uygulamasına ait bu değerlerin hektara 60 kg saf azot uygulamasına denk geldiği tespit edilmiştir.

Appanna (2007) tarafından Kanada'da yürütülen çalışmada fosfat çözüme özelliği belirlenen 16 PGPB'nin sorgum bitkisi gelişimi üzerinde etkileri incelenmiştir. Serada bakteriyle inokule edilmiş bitkilerden PSBV-1 ile inokuleli olanının en yüksek fosfor içeriği ve tane verimine sahip olduğu gözlenmiştir.

Naveed ve ark. (2008) tarafından Pakistan'da yürütülen bir çalışmada buğday rizosferinden izole edilen ACC deaminaz aktivitesine sahip 3 farklı bakterinin (S5, S7 ve S9) tavsiye edilen kimyasal gübrelerin (NPK: 120-100-60 kg ha⁻¹) % 50 ve % 75'i kadar kimyasal gübre verilmiş tarlalarda buğday bitkisi gelişimi ve verimi üzerindeki aktiviteleri incelenmiştir. Çalışma sonunda tüm izolatlar % 50 ve % 75 gübrelemede kontrole ve % 100 tavsiye edilen gübreleme uygulanmış olana göre verim parametreleri yönünden önemli derecede artış sağlamıştır. Bu çalışmada bakteri uygulamasının gübre kullanımını % 25 oranında azaltabileceği belirlenmiştir.

Afzal ve Bano (2008) tarafından Pakistan'da yürütülen bir çalışmada, fosfat çözücü bakteri (*Pseudomonas* sp. (54RB)) uygulamasının buğday gelişimi ve fosfor alımı üzerine etkileri sera koşullarında incelenmiştir. Bakteri uygulamasının; kök uzunluğu, gövde uzunluğu, başak uzunluğu, tane verimi, tohum protein içeriği ve yaprak protein içeriğini kontrole göre önemli ölçüde arttırdığı ve fosforlu gübre ile bakteri uygulamasının sadece fosforlu gübrelemeye göre tane veriminin % 30-40 arasında daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Zahir ve ark. (2009) tarafından Faisalabad'da yürütülen bir çalışmada, buğday rizosferinden izole edilen 10 bakteri straininin 0, 1, 5, 10, 15 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonu olan saksılarda buğday gelişimi ve verimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. 3 bakteri straininin (*Pseudomonas putida* (N21), *Pseudomonas aeruginosa* (N39) ve *Serratia proteamaculans* (M35)) 5, 10, 15 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonu olan ortamda en iyi sonuçlar

verdiği gözlenmiş, ayrıca *Pseudomonas putida*'nın 15 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonunda diğer strainlere göre daha etkili olduğu ve kontrole göre bitki boyu, kök uzunluğu, tane verimi, bin tane ağırlığı, sap veriminin sırasıyla % 52, 60, 76, 19, 67 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Bu durumun oluşmasında bakterilerin ACC deaminaz aktivitelerinin etkin olduğu ileri sürülmüştür.

Sachdev ve ark. (2009) tarafından Hindistan Pune Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada buğday rizosferinden izole edilen *Klebsiella* strainlerinin in vitro koşullarda Indol Asetik Asit üretimi ve stres koşullarında bitki gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. In vitro çalışmada önceden izole edilen ve tanılanan 8 bakteri straininden K8 straininin % 0,5 NaCl tuzlu ortamda en fazla IAA ürettiği belirlenmiştir. Saksı çalışmalarında da bu strainlerle inokule edilmiş buğday bitkilerinin kontrole göre istatistiki olarak önemli miktarda daha fazla kök ve sürgün uzunluğuna sahip olduğu gözlenmiştir.

Egamberdieva (2009) tarafından Krakow'da yürütülen bir çalışmada IAA üreten bakterilerin (*Pseudomonas aureantiaca* TSAU22, *Pseudomonas extremorientalis* TSAU6 ve *Pseudomonas extremorientalis* TSAU20) stres koşulları (100 mM NaCl) altında buğday çimlenme ve gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu bakterilerin çim kök gelişimini kontrole göre % 25 ve tuzlu ortama göre % 52' ye kadar arttırdığı gözlenmiş ve bu bakterilerin tuzlu topraklarda buğday yetiştiriciliğinde önemli bir fırsat oluşturacağı belirtilmiştir.

Zabihi ve ark. (2011) tarafından Krakow'da yürütülen bir çalışmada fosfat çözücü bakteri strainlerinin (*Pseudomonas fluorescens* 153, *P. fluorescens* 169, *P. putida* 4, ve *P. putida* 108) 3 farklı dozda fosforlu gübre uygulaması (0, 25 ve 50 kg/ha P₂O₅) ile birlikte kullanımının buğdayda gelişme ve fosfor alımı üzerindeki etkisi sera ve tarla koşullarında incelenmiştir. *P. putida* 108 straininin en etkili fosfat çözücü bakteri olduğu, bu bakterilerin üçlü kombinasyonunun % 50 fosforlu gübreleme (25 kg/ha) ile buğdayda optimum verimi sağladığı gözlenmiştir.

Rana ve ark. (2011) tarafından Milan Üniversitesi'nde yürütülen çalışmada buğday rizosferinden elde edilen 10 bakteri straininin (AW1–AW10) IAA üretimi, siderefor, HCN ve ACC deaminaz aktiviteleri incelenmiş olup bu strainlerin buğday çimlenme ve gelişimi üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Tüm bu bakteriler içerisinde siderefor aktivitesine sahip olan AW-5 bakterisi *Providencia* sp. (AW5) olarak tanılanmış olup bu bakterinin kontrol ve diğer strainlere göre en iyi çimlenme oranına ve hızına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Al-Ani ve ark. (2011) tarafından Bağdat Üniversitesi'nde yürütülen çalışmada arpa ve buğdayda sarı cüceliğe neden olan virüse karşı arpaya *Pseudomonas fluorescense* ve *Azospirillum irakense* bakterileri inokule edilmiştir. Çalışma sonucu bu bakterilerin hastalığı önemli ölçüde azalttığı *P. fluorescense* bakterisinin *A. irakense*' den daha etkin olduğu ve verimi arttırdığı belirlenmiştir.

Abbasi ve ark. (2011) tarafından İslamabad'da yapılan çalışmada buğday rizosferinden elde edilen Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin buğday gelişimi ve verimi üzerinde etkileri incelenmiştir. WPR-32, WPR-42 ve WPR-51 strainlerinin fosfat çözücü, azot bağlama ve indol asetik asit üretme yeteneğinde olduğu belirlenmiş ve bu bakterilerin değişik kombinasyonlarının buğdaya inokulasyonu ile birlikte bitki boyunu % 25, kök uzunluğunu % 27 ve tane verimini kontrole göre % 59 arttırdığını, bu bakterilerle inokuleli bitkilerin kontrole ve % 50 azotlu gübrelemeye kıyasla daha fazla tane verimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Jarak ve ark. (2012) tarafından Sırbistan'da yürütülen bir çalışmada *Pseudomonas* sp. Q4b, *Bacillus* sp. Q5a ve *Azotobacter chroococcum* strain 8 strainlerinin mısır gelişimi üzerinde etkisi sera ve tarla koşullarında incelenmiştir. *Pseudomonas* sp. Q4b straininin en yüksek miktarda siderofor ürettiği (10,67 mm) ve bakterilerle inokulasyonu ile kontrole göre (9900 kg/ha) en yüksek verimin alındığı (11000 kg/ha) gözlenmiştir.

Shakir ve ark. (2012), ACC-deaminaz aktivitesi gösteren kök bakterilerince sağlanan kuraklık toleransının yarı kurak bölgede yetistirilen buğdaylarda etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Pakistan Punjab bölgesinden 30 izolat elde etmişlerdir. İzolatların ACC-deaminaz aktivitesine sahip olduğu belirlenmiş ve bunların bitkide salgılanan etilen seviyesinde azalma sağladığı gözlenmiştir. Bakterilerle inokule edilen bitkilerin yan kök sayılarında, kök ve gövde uzunluklarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Çalışma sonunda ACC-deaminaz aktivitesine sahip bakterilerin etilen seviyesini azaltabileceği ve bu bakterilerin kuraklık stresini azaltmada kullanılabileceği belirlenmiştir.

Sadeghi ve ark. (2012) tarafından İran Biyoteknoloji Enstitüsü'nde yürütülen bir çalışmada siderofor ve oksin ürettiği tespit edilen *Streptomyces C* izolatının tuz stresi (160 Mm NaCl) altında buğday gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada toprağa uygulanan *Streptomyces C* izolatının çimlenme oranı, sürgün uzunluğu ve kuru ağırlığını hem kontrole göre önemli miktarda arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucu bitkinin demir ve mangan içeriğinde önemli miktarda artış olduğu gözlenmiştir.

Fang ve ark. (2013) tarafından Milan Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada mısır rizosferinden izole edilen *P. aurantiaca* JD37 straininin kök bölgesinde yoğun kolonize olduğu ve bitki gelişimine olumlu etkilerinin bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu bakterinin mısırdaki güney yaprak hastalığına neden olan *Bipolaris maydis* etmenine karşı bitkide sistemik dayanıklılığı teşvik ettiği ve hastalık zararını azalttığı da ifade edilmiştir.

Arruda ve ark. (2013) tarafından Brezilya'da yürütülen bir çalışmada farklı bölgelerde yetiştirilen mısır rizosferinden 292 bakteri straini izole edilmiş ve tanılanarak IAA üretim yetenekleri incelenmiştir. Strain RG38'in en yüksek miktarda IAA ürettiği (130 g ml^{-1}) belirlenmiştir.

De Souza ve ark. (2013) tarafından Brezilya'da yürütülen çalışmada çeltik rizosferinden elde edilen 336 bakteri tanılanmış ve bunların çeltik gelişimi üzerinde etkisi gözlenmiştir. Bakterilerden 5 strainin değişik oranlarda azot fikse etme yeteneğinde olduğu, AC32 (*Herbaspirillum* sp.), AG15 (*Burkholderia* sp.), CA21 (*Pseudacidovorax* sp.), ve UR51 (*Azospirillum* sp.) ile inokule edilen bitkilerin gübre kullanımını % 50 azaltılabileceği ifade edilmiştir.

Bangash ve ark. (2013) tarafından yürütülen bir çalışmada kurak bölge olan Pakistan'ın Rawalpindi, Attock ve Chakwal'da ACC-deaminaz aktivitesine sahip bakterilerin buğdayda kuraklık stresini azaltma etkisi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Yürütülen çalışmada farklı su stresi koşullarında bakterilerin buğdayın gelişimi üzerinde etkisinin kontrole göre önemli derecede olduğu ve yapılan analizlerde bakterilerin *Serratia* ve *Aerococcus* genusuna ait strainler olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucu farklı sulama koşullarında, bakteri uygulamalarının kök uzunluğunu % 54,6, bitki boyunu % 80,2 ve kuru kök ağırlığını % 54,2' ye kadar arttırdığı belirlenmiştir.

Ji ve ark. (2014) tarafından Seul'de yürütülen çalışmada çeltik yaprak, gövde ve köklerinden 576 endofit bakteri izole edilmiş ve bunların *Paenibacillus*, *Microbacterium*, *Bacillus* ve *Klebsiella* genusuna dâhil oldukları belirlenmiştir. Çeltik tohumuna bu bakterilerin uygulanmasıyla bitki gelişiminin olumlu şekilde etkilendiği *B. subtilis* ve CB-R05 strainlerinin çökerten etmeni *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium oxysporum*'a karşı sistemik dayanıklılığı teşvik ettiği gözlenmiştir.

Şahin ve Turan (2014) tarafından Erzurum'da yürütülen çalışmada Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin buğday verimi ve kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. OSU-142+M3+*Azospirillum* sp. 245+bakteri uygulamalarının

hepsi biyokütle, tane verimi, makro ve mikro besin alınımını kontrole göre önemli derecede arttırdığı ve bakteri uygulamasının tarla koşullarında % 50 azotlu gübrelemeye denk geldiğini belirtmiştir.

Duran ve ark. (2014) tarafından Şili’de yürütülen araştırmada selenyum gübrelmesi yapılan buğday rizosferinden elde edilen bakterilerin tanılanması ve etkileri üzerine çalışılmıştır. Çalışmada bu bakterilerin fosfat çözme, siderefor ve oksin üretimi yanında *Acinetobacter* sp. (strain E6.2), *Bacillus* sp. (strain E8.1), ve *Klebsiella* sp. (strains E5 ve E1) strainlerinin tahıllarda çökertene neden olan toprak kökenli *Gaeumannomyces graminis* fungal etmeninin misel gelişimini in vitro koşullarda sırasıyla % 100, 50 ve 30 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Naseem ve Bano, (2014) tarafından İslamabad’da yürütülen araştırmada topraktan izole edilen ve ekstrapolisakkarit üreten üç farklı bakteri straini (*Proteus penneri* (Pp1), *Pseudomonas aeruginosa* (Pa2), ve *Alcaligenes faecalis* (AF3)) mısıra inokule edilmiş ve kuraklık şartlarında bitki gelişimi üzerinde etkileri incelenmiştir. İnokuleli bitkinin kontrole kıyasla kuraklık şartlarında su, protein ve şeker içeriğinin önemli derecede fazla olduğu görülmüştür.

Almaghrabi ve ark. (2014) tarafından Suudi Arabistan’da yürütülen bir çalışmada sera koşullarında 31 PGPB straininin mısırın çimlenme ve gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada 8 bakteri straininin IAA ürettiği, bunlardan *S. marcences* *P. putida* ve *P. fluorescens* bakterilerinin en yüksek miktarda IAA ürettiği, bu 8 straininin tohum çimlenmesini % 7-13 arasında arttırdığı ve bitki gelişimini önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir.

Zhao ve ark. (2014) tarafından Çin’de yürütülen bir çalışmada buğday ve arpada hastalığa sebep olan *Fusarium graminearum* fungal etmenine karşı *B. subtilis* SG6 bakteri straininin engelleyici etkisi incelenmiş, bu bakterinin ürettiği chitinase, fengycins ve surfactins antibiyotikleri ile patojenin miselyum gelişimini % 87,9 ve sporulasyonunu % 95,6 oranında azalttığı gözlenmiştir.

Kumar ve ark. (2014) tarafından Hindistan’da yürütülen çalışmada kıraç alanlarda iyi gelişim gösteren yabancı bitkilerden izole edilen bakterilerden (*Bacillus megaterium*, *Arthrobacter chlorophenolicus* ve *Enterobacter* sp.) *Bacillus megaterium* BHU1 ve *Arthrobacter chlorophenolicus* BHU3 strainlerinin fosfat çözme ve azot bağlama yeteneğinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bakterilerin üçlü kombinasyonunun

tarla denemelerinde buğdaya inokule edilmesiyle kontrole kıyasla bitki boyunun % 29,4, tane veriminin % 27,5 arttığı ve tanede fosfor içeriğinin 2,5 kat arttığı gözlemlenmiştir

Poureidi ve ark. (2015) tarafından İran'da yürütülen çalışmada Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler (*Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*), hümik asit ve azotlu gübrenin buğdayda verim ve büyüme üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda en fazla verimin 300 kg/ha hümik asit + bakteri uygulaması (5551 kg/ha tane verimi) olduğu ve kontrole göre (2943 kg/ha) diğer bakteri uygulamalarının önemli ölçüde verimi ve gelişimi arttırdığı gözlenmiştir.

Dordevic ve ark. (2015) tarafından Belgrad'da yürütülen bir çalışmada mısır rizosferinden izole edilen ve IAA ürettiği belirlenen PGPB'in 6 FAO grubu mısır çeşidi çimlenme ve gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Tohumlara inokule edilen *B. licheniformis* ve *B. circulans* bakterilerinin çimlenme oranını etkilemediği ancak sürgün ve kök gelişimini önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür.

Cardinale ve ark. (2015) tarafından Almanya'da yürütülen çalışmada *Hordeum secalinum* ve *Plantago winteri* rizosferinden izole edilen 22 bakteri straininin tuz stresi altındaki arpa gelişim üzerine etkisi incelenmiştir. Saksı çalışmasında en iyi aktivite gösteren bakterinin *Curtobacterium flaccumfaciens* E108 olduğu, yoğun tuz bulunan ortamda kontrole göre biyokütlesinde önemli derecede artış olduğu gözlenmiştir. Bu bakterinin indol asetik asit üretim ($\mu\text{g ml}^{-1}$) aktivitesi gösterdiği belirlenmiş ayrıca fosfat çözme özelliğinde de olduğu belirlenmiştir.

Suarez ve ark. (2015) tarafından yürütülen araştırmada *Plantago* köklerinden izole edilen *Hartmannibacter diazotrophicus* E19T straininin, tuzlu (200 ve 400 mM NaCl) ortamda yazlık arpa gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda bakteriyle inokule edilmiş bitkilerde ACC deaminaz etkisiyle etilen sentezinin kontrole göre önemli ölçüde azaldığı, ayrıca kök (% 308) ve sürgün (% 189) kuru ağırlığının arttığı belirlenmiştir.

Singh ve ark. (2015) tarafından Hindistan'da yürütülen çalışmada sorgum rizosferinden izole edilen ve ACC deaminaz aktivitesi gösterdiği belirlenen *Klebsiella* sp. SBP-8 bakterisinin tuz stresi altında buğday gelişimi üzerinde etkisi incelenmiştir. Bakteriyle uygulanmış bitkinin 150-200 mM tuz konsantrasyonunda kontrole göre bitki biyokütlesi ve klorofil içeriğinin daha fazla olduğu ve yapılan moleküler çalışmalarda bitkinin sistemik dayanıklılık kazandığı belirlenmiştir.

Toumatia ve ark. (2016) tarafından Cezayir’de yürütülen çalışmada buğday rizosferinden elde edilen antagonist etkili *Streptomyces mutabilis* IA1 straininin buğdayda hastalığa neden olan toprak kökenli *Fusarium culmorum* patojenine karşı etkisi ve buğdayda gelişme üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada bakteri ile inokule edilmiş buğdaylarda ürettiği antibiyotikle hastalığın meydana gelmesini % 64,7 ve hastalık şiddetini % 79,6 oranında azalttığı gözlenmiş, ayrıca çimlenme oranında artış sağladığı görülmüştür.

Sivasankari ve Pradeep (2016) tarafından Hindistan’da yürütülen bir çalışmada sorgum rizosferinden izole edilen bakterilerin (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp. ve *Klebsiella* sp.) IAA üretim yeteneği test edilmiştir. Bu üç bakteri arasında *Klebsiella* sp.’nin (0,30 µg/ml) en fazla IAA üretme yeteneğinde olduğu, genel olarak bu üç bakterinin sorgum bitkisi gelişimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu gözlenmiştir.

Kuan ve ark. (2016) tarafından Malezya’da yürütülen çalışmada iki farklı lokasyondaki mısır rizosferinden izole edilen 4 bakteri straininin (*Klebsiella* sp. Br1, *Klebsiella pneumoniae* Fr1, *Bacillus pumilus* S1r1 ve *Acinetobacter* sp. S3r2) bitki gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Sera çalışmalarında mısıra inokule edilen bakterilerin kontrollere göre bitki biyokütlesini, kök kuru ağırlığını ve toplam azot içeriğini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Çalışmada bakterilerin bitkinin ihtiyaç duyduğu azotun % 30,5’ine kadar fikse ettiği gözlenmiştir.

Hussain ve ark. (2016b) tarafından Pakistan’da yürütülen çalışmada Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler ile farklı dozlarda kimyasal gübre uygulamasının tarla koşullarında buğday gelişimi ve verimi üzerinde etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucu *Pseudomonas* sp. LYT-1 ve *Bacillus* sp. MWT-14 uygulamasının bitki gelişimi ve verimini önemli ölçüde arttırdığı ayrıca bakteri uygulaması+kimyasal gübre uygulamasının kimyasal gübre kullanımını % 30 oranında azaltabileceğini tespit etmişlerdir.

Sultana ve ark. (2016) tarafından Hindistan’da yürütülen çalışmada *Pseudomonas putida* (P29) ve *Azotobacter chroococcum* (Azb19) bakterilerinin sorgum bitkisi gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Bakteriyle inokule edilmiş sorgum bitkilerinin bitki boyu, kök hacmi ve toplam biyokütlesi kontrole göre önemli derecede artmış olup bitki örneklerinde azot içeriğinin de istatistiki olarak önemli derecede arttığı gözlenmiştir.

Müller ve ark. (2016) tarafından Newyork’ta yürütülen bir çalışmada buğday yapraklarından izole edilen 175 Floresan *Pseudomonas* straininin, buğdayda hastalık

etmeni olan *Fusarium* ve *Alternaria* funguslarına karşı antagonistik etkileri araştırılmış ve bu strainlerin 40'ının bu hastalık etmenine karşı antagonist etkide bulunduğu belirlenmiştir. Bu yönüyle strainlerin doğal bitki koruma ürünü olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Singh ve ark. (2016) tarafından Krakow'da yürütölen bir çalışmada sorgum rizosferinden izole edilen, ACC deaminaz aktivitesi gösteren *Enterobacter* sp. SBP-6 straininin farklı tuz konsantrasyonlarındaki (150, 175, 200 mM NaCl) saksılarda buğday gelişimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda bakteri ile inokule edilmiş bitkilerin kontrole kıyasla % 10-42 arasında total biyokütlesinin arttığı, ayrıca bitki klorofil içeriğinin % 33-41 arasında arttığı ve potasyum alımında % 23-31 arasında artış sağladığı gözlenmiştir. Çalışma sonunda bu bakterinin tuz stresi koşullarında buğdayda stres etkisini azaltmak için kullanılabilceği belirtilmiştir.

Godino ve ark. (2016) tarafından Arjantin'de yürütölen bir çalışmada hastalık etmeni oluşturan *Pseudomonas* ve *Xanthomonas* genusuna ait fitopatojen bakterileri engelleyici özellikte olan bakteri, buğday rizosferinden izole edilmiş ve tanılanmıştır. Bu bakteri *Pseudomonas fluorescens* SF39 olarak tanılanmış ve hastalığı engelleyici etkisinin ürettiği bakteriosinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Vaid ve ark. (2017) tarafından Hindistan'da yürütölen bir çalışmada *Burkholderia* ve *Acinetobacter* genusuna ait 3 strainin buğdayda demir alımına etkisini belirlemek üzere saksı çalışması yapılmıştır. Çalışmada 3 bakteri straininin (BC+AX+AB) birlikte uygulanışı, demir alımını kontrole göre önemli derecede arttırdığı, tanede % 34 ve saptada % 52,4 oranında demir içeriğinin, bakteri uygulanmamışa göre daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Dos Santos ve ark. (2017) tarafından yürütölen bir çalışmada sera koşullarında *Herbaspirillum* ve *Burkholderia* strainlerinin, bu bakterilerle inokule edilen sorgum bitkisinde gelişim üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda *Burkholderia kururiensis* (16 ve 109), *B. tropica* (Pp6) ve *Herbaspirillum seropedicae* (ZMS176) ile inokule edilmiş sorgumun tane veriminin kontrole kıyasla % 24, biyokütlesinin % 13 arttığı gözlenmiş ve inokulasyon ile azotlu gübre kullanımının % 28,9' a kadar azaltılabileceği belirtilmiştir.

Mukhtar ve ark. (2017) buğday, şeker kamışı, *Atriplex amnicola* köklerinden önceden izole ettikleri 6 fosfat çözücü bakterinin buğdaya inokulasyonu ile birlikte gelişim üzerinde etkisini incelemişlerdir. Çalışmada toprağa biyogaz atık çamuru ve kaya

fosfatı gübre olarak uygulanmıştır. Araştırmacılar *Bacillus strain* PSB12 straininin saksı çalışmasında kök ve gövde kuru maddesini önemli ölçüde arttırdığını, tarla denemesinde ise *Bacillus strain* PSB12 ve *Enterobacter strain* 77-N55'in kök ve gövde kuru ağırlığı, bitki uzunluğu ve bin tane ağırlığını arttırdığını belirlemişlerdir. Bakterilerin kaya fosfatını yararışlı hale getirdiği ve bu bakterilerin biyogübre materyali olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Laloo ve ark. (2017) tarafından pH stres koşullarında 14 çeşit ekmeklik buğdayın çimlenmesinde 5 PGPB bakterisinin etkisini belirlemek üzere yapılan çalışmada, SHIATS DW3 ekmeklik buğday çeşidinde 3AAB1 bakteri straininin pH 5-9 stres koşullarında kontrole göre olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir. Bitkide çimlenme oranının 5 pH da % 96' ya ulaştığı ve kontrolde çimlenme oranının % 40 olduğu belirlenmiştir. 9 pH da çimlenme oranı % 92, kontrolde ise % 64 olmuştur. Bakteri uygulamalarının stres koşullarında bitki çimlenme oranını arttırdığı tespit edilmiştir.

Burkhanova ve ark. (2017), *Bacillus subtilis* Cohn ve *Bacillus thuringiensis* Berliner strainlerinin buğdayda *Septoria nodorum* Berk. hastalık etmenine karşı etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda hastalık etkisinin azaldığı ve bitkideki katalaz, peroksidaz aktivitesinin ve H₂O₂ içeriğinin arttığı; PR-1, PR-6 ve PR-9 gibi savunma ile ilişkili genlerin aktivitesinin artarak hastalığa direnç sağlandığı belirtilmiştir.

McCarty ve ark. (2017) tarafından *Azotobacter* ve *Phosphobacteria* bakterilerinin buğday verimi ve gelişimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yürütülen tarla çalışmasında, en etkili uygulamaların *Phosphobacteria* nın tohuma likit olarak inokulasyonu ile sağladığı; tane veriminin 4280,42 kg/ha, saman veriminin 4762 kg/ha ile kontrole göre (2116,6 tane ve 2579 kg/ha saman verimi) istatistiki olarak önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir.

Vishwakarma ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada, PGPB inokulasyonunun buğday gelişimi ve verimi üzerindeki etkisi sera koşullarında belirlenmiştir. Yapılan çalışmada en fazla kök uzunluğunun % 50 gübre+PGPB uygulamasında olduğu, en fazla verimin gübre uygulanmış kontrole (5,47 g/saksı) kıyasla tavsiye edilen gübre uygulaması + bakteri uygulamasında (10,28 g/saksı) olduğu ve tüm bakteri uygulamalarının kontrole göre üstünlük sağladığı belirlenmiştir.

Singh ve Jha (2017) tarafından yürütülen çalışmada sorgum rizosferinden izole edilen SBP-9 bakteriyel izolatının buğdaya inokulasyonuyla tuz stresine ve *Fusarium graminearum* patojenine karşı bitkide oluşturduğu dayanıklılık incelenmiştir. Saksıda tuz

stresinin bulunduğu koşullarda kontrole göre kök uzunluğunun % 20-39 kuru ağırlığının % 28-42 ve klorofil içeriğinin % 24-56 arasında arttığı; bakteri inokulasyonunun savunma enzimlerinden olan glukanaaz, phonylanine, peroksidaz ve polifenol oksidazı arttırdığı ve bunun patojen enfeksiyonuna karşı koruma sağladığı görülmüştür.

Kamran ve ark. (2017) yürüttükleri çalışmada farklı bölgelerde yetiştirilen buğday ve şeker kamışı rizosferinden izole edip tanıladıkları bakterilerin 14'ünü buğdaya uygulayarak buğdayın topraktan çinko alımı ve bitki kısımlarındaki çinko içeriğini incelemişlerdir. Yapılan saksı çalışmasında *Rhizobium* sp. (LHRW1) straininin buğday kök ve gövde ağırlığında en fazla artışı sağladığı, *E. cloacae* (PBS2) straininin hem kök hem de gövde uzunluğunu arttırdığı belirlenmiştir. Kontrole göre en fazla çinko içeriğinin *E. cloacae* (PBS2) ile inokuleli buğday gövdesinde ve *P. agglomerans* (EPS13) ile inokule edilmiş buğday köklerinde olduğu gözlenmiştir.

Arshadullah ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada daha önceden izole edilen WPR-51, WPR-61, WPS-8, WM-4, WM- PGPB bakterileri ile inokule edilmiş buğday tohumlarının EC 9,68 dSm⁻¹ ve 303 ppm Na stres koşullarında saksıda gelişimi incelenmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek bitki boyu (13,97 cm) WPR-51 ile inokule olan bitkilerde, en fazla kuru ağırlık ise WPR-51 ile inokule olan bitkide gözlenmiştir. Araştırmacılar bu bakterilerin tuz stresi koşullarına karşı bitki gelişimine olumlu etkide bulunduğunu belirlemişlerdir.

Dal Cortivo ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada *Azospirillum*, *Azoarcus* ve *Azorhizobium* içeren ticari biyogübrelerin ekmeklik buğdayda, kök, gövde ve verim üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, bakteriler tohum uygulaması ve toprak + yaprak uygulaması olarak yapılmıştır. Gübreleme dekara 8, 12, 16 kg N/da olacak şekilde yapılmıştır. Çalışma sonucunda bakteri uygulamasının kontrole göre kılcak kök sayısını % 65, kök uzunluğunu % 29 oranında arttırdığı ancak verime istatistik olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Adam ve ark. (2017) tarafından Benaki Fitopatoloji Enstitüsü'nde yürütülen bir çalışmada PGPB bakterileri olan *Pseudomonas putida* BTP1, *Bacillus subtilis* Bs2500, Bs2504 ve Bs2508 strainlerinin 3 çeşit arpada çizgili yaprak lekesine neden olan *Pyrenophora graminea* fungal etmeni engelleme etkisi tarla koşullarında test edilmiştir. Araştırma sonucunda *P. putida* BTP1 ve Bs2508 in oluşturduğu sistemik dayanıklılığın her üç çeşitte hastalığı önemli derecede azalttığı ve *P. putida* BTP ile inokule edilmiş arpalarda hastalığın % 66 oranında azaldığı gözlenmiştir.

Zafar-ul-Hye ve ark. (2017), yürüttükleri çalışmada, *Enterobacter cloacae*-W6 ve *Serretia ficaria* W10 ayrı ayrı ve ikili kombinasyonu ile turba, biyogaz atığı, pres çamuru uygulamalarının sera koşullarında buğday gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucu bakterilerin tek tek ve ayrı kombinasyonlarının kontrole göre boy, kök uzunluğu, kuru ağırlık, başak sayısı ve boyu üzerinde olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ortam olarak da en fazla turbanın bitki gelişimine olumlu etkide bulunduğu gözlenmiştir. Bakteri kombinasyonunun destekleyici ortam (turba, biyogaz atığı, pres çamuru) olmadan da kontrole göre en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir.

Elhabil-Addas ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada buğday rizosferinden izole edilen 122 bakteri izolatının özellikleri ve biyogübre olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada Rs15, Rs19 ve Rr1 izolatlarının HCN ürettiği ve Rs19 izolatının siderofor ürettiği belirlenmiştir. Bu üç izolatın buğdaya uygulanmasıyla bitki boyunun kontrole göre önemli oranda arttırdığı gözlenmiştir.

Inwati ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada bitki gelişimini teşvik edici 8 bakteri ve bir fungus (*Trichoderma harzianum*) karışımının olduğu ortam ve tavsiye edilen gübre dozlarının (% 100, % 85, % 70 ve % 55) buğday gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda en fazla verim 551 kg ile % 100 gübrelemede olmuştur. Maksimum saman veriminin ise % 55 gübre + bakteri karışımı uygulamasında olduğu görülmüştür.

Sood ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada 10 bakteri izolatının buğday gelişimi üzerinde etkisi incelenmiştir. 3 bakteri izolatı uygulaması (B2, SIR1 ve B152) ile tavsiye edilen gübre dozlarının % 80, 60 ve 40'ı ile gübrelenmiş toprakta, buğday gelişimi üzerinde etkileri sera koşullarında incelenmiştir. B2 (*Serretia* sp.) ve SIR (*Bacillus subtilis*) kombinasyonu + % 80 gübre uygulamasının kontrole göre buğday verimini % 9,4, kardeş sayısını % 28,3 başakta tane sayısını % 19,1, bin tane ağırlığını % 10,5, biyokütlesini % 9,2 ye kadar arttırdığı gözlenmiştir. Çalışma sonucu azot, fosfor ve bakteri uygulamalarının kimyasal gübre kullanımını % 20 oranında azaltabileceği belirlenmiştir.

Naeem ve ark. (2018) tarafından PGPB uygulamalarının ekmeklik buğdayda gelişim ve afit popülasyonu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi üzerine yürüttükleri çalışmada *Bacillus* sp. strain 6 ve *Pseudomonas* sp. strain 6k kombinasyonunun tohumla inokule edilmesiyle bitkide en düşük afit popülasyonunun görüldüğünü ve verimin kontrole göre % 35,5-38,9 arttığını belirlemişlerdir. Bitkide afit popülasyonunun

azalmasında sistemik dayanıklılığın teşviki ve çeşitli fitohormonların salgılanmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Tahir ve ark. (2018) yürüttükleri çalışmada biyoorganik fosfat ve fosfat çözücü *Bacillus* MWT-14 bakteri uygulamalarının iki çeşit ekmeklik buğday gelişimi üzerinde etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, tavsiye edilen gübre dozu (15 N kg/da ve 10 P kg/da) ve yarısı uygulanmıştır. Çalışma sonunda organik fosfat ve bakteri uygulamasının birlikte verim ve verim parametrelerinde kontrole göre istatistiki olarak önemli artış sağladığı belirlenmiştir. Gübre ile bakteri kombinasyonunun kontrole göre Galaxy-2013 çeşidinde % 54,3, Punhjab-2011 çeşidinde % 83 oranında verimi arttırdığı tespit edilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1 Kullanılan bitki türleri

Araştırmada materyal olarak Fırat-93 makarnalık ve Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Tohumlar Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Tohum Satış Ofisi'nden temin edilmiştir. Çeşitlerin genel özellikleri aşağıdadır.

Fırat-93: Bitki boyu orta, çok mumsu ve sağlam saplı; dar, uzun ve dik yaprak yapılıdır. Başak orta uzunlukta olup, beyaz renklidir ve siyah kılçıklılık özelliğine sahiptir. Tane dolgun, sert ve camsı özelliklere sahip olup, bin tane ağırlığı 45-50 gr arasındadır. Yazlık, orta erkenci ve kurağa tolerant olup, iyi kardeşlenme özelliğine sahiptir. Güneydoğu Anadolu'nun yağışlı ve sulanabilen bölgeleri ile sahil kesimindeki bölgelere önerilmektedir. Bölgede zaman zaman görülebilen sarı pas hastalığına karşı tolerant reaksiyon göstermektedir. (Url-16).

Ceyhan-99: Bitki boyu 90-100 cm arasındadır. Başak beyaz kılçıklıdır. Başak uzunluğu orta olup, başaklar dik duruşludur. Yatmaya dayanıklı bir çeşittir. Tane rengi beyaz olup sert yapıdadır. Bin tane ağırlığı 41-45 gr arasında değişmektedir. Gübreye iyi reaksiyon gösterir. Kurağa, kışa dayanıklılığı orta derecededir. Sarı pas ve *Septoria* hastalıklarına dayanıklı, kahverengi pasa orta dayanıklıdır. Hasat-harman kabiliyeti yüksektir. Hasat zamanında kılçıkları dökülmemektedir (Url-17).

3.1.2. Kullanılan bakteri strainleri

Daha önceden TOVAG 108O147 numaralı TÜBİTAK projesi ile Van Gölü havzasından izole edilip PGPB etkinliği belirlenen ve mikroorganizma tanılama sistemi (MIS) ile tanınması yapılan *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B (fosfat çözücü), *Bacillus atrophaeus* TV83D (azot bağlayıcı), *Bacillus-GC* group TV119E (fosfat çözücü), *Cellulomonas turbata* TV54A (azot bağlayıcı) ve TV83D+TV119E (*Bacillus atrophaeus* + *Bacillus-GC* group) bakterilerinin ikili kombinasyonu kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırma 2017-2018 döneminde Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında ve Tarla Bitkileri Bölümü deneme arazisinde kuru tarım

koşullarında yürütülmüştür. Arazi denemesi 37°58'2.18"K ve 41°51'13.10"D koordinat noktası ve 538 m rakımda kurulmuştur.

Siirt ili, dört mevsimin bariz yaşandığı bir ildir. Genel olarak karasal iklim hâkimdir. Yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Ölçülen en yüksek hava sıcaklığı 43,3 °C, en düşük hava sıcaklığı ise -19,5 °C'dir. Araştırmanın yapıldığı Siirt iline ait uzun yıllar (1938-2017) ve 2017-2018 Ekim-Haziran arasındaki dönemin, ortalama sıcaklık, yağış ve nispi nem değerleri Tablo 3.1' de sunulmuştur. Buğday üretim dönemine ait uzun yıllar ortalama (U.Y.O.) sıcaklık 11,91 °C, yağış miktarı toplamı 706,2 mm ve nisbi nem ortalama değeri % 58,76 olarak gerçekleşmiştir. Araştırmanın yapıldığı yetiştirme sezonu olan 2017-2018 Ekim-Haziran dönemi arasındaki ortalama sıcaklık 14,36 °C, yağış miktarı toplam 528,4 mm ve nem % 55,12 olmuştur. Tablo 3.1.'den anlaşılacağı üzere 2017-2018 üretim sezonu genel olarak kurak geçmekle birlikte Mart ve Nisan ayları yağış miktarı azalış göstermiş; bununla birlikte mayıs ayı yağışı uzun yıllar ortalamasından 84,6 mm daha fazla olmuştur. Bu durum buğday verimini olumsuz şekilde etkilemiştir.

Tablo 3.1. Siirt ilinin uzun yıllar ve 2017-2018 Ekim-Haziran ayları ortalama iklim değerleri (Url-18)

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi Nem (%)	
	U.Y.O.	2017-18	U.Y.O.	2017-18	U.Y.O.	2017-18
Ekim	17,9	18,4	49,1	5,4	50,3	34,6
Kasım	10,4	11,2	81,4	85,0	64	64,4
Aralık	4,8	8,0	94,4	48,6	72,4	65,2
Ocak	2,6	5,7	96,8	56,4	72	70,5
Şubat	4,2	8,2	97,5	74,2	66,6	67,7
Mart	8,3	13,7	111,1	47,6	61,3	55,9
Nisan	13,7	16,8	104,7	61,6	58,2	47,6
Mayıs	19,3	19,8	62,0	146,6	49,9	58,9
Haziran	26,0	27,4	9,2	3,0	34,1	31,3
Ortalama	11,91	14,36	--	--	58,76	55,12
Toplam	--	--	706,2	528,4	--	--

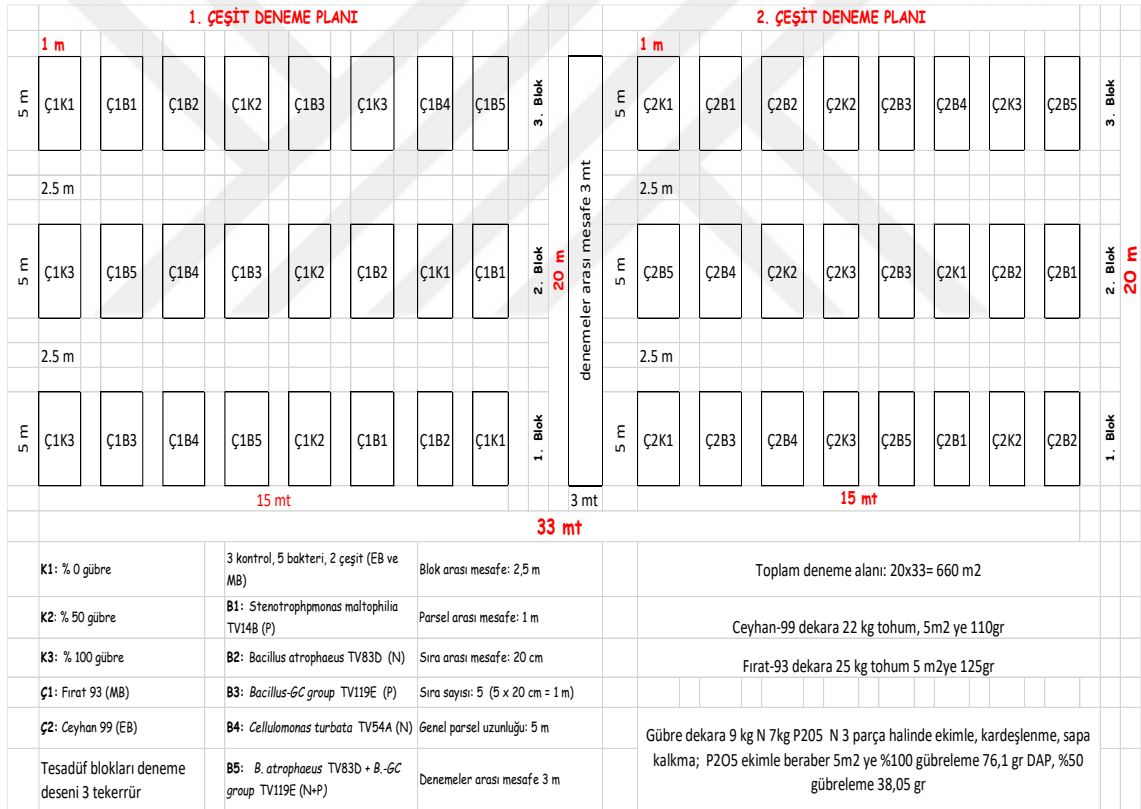
Araştırma yerinin toprak özellikleri Tablo 3.2.'de verilmiş olup araştırmanın yürütüldüğü deneme alanının toprak yapısı killi bünyeli, nötr pH'ya sahip, kireç içeriği çok az, tuz sorunu olmayan, K içeriği yeterli düzeyde, organik madde ve fosfor bakımından fakirdir.

Tablo 3.2. Deneme arazisi toprak analiz değerleri

pH	Ec s/cm	Kireç CaCO ₃ %	Organik madde %	Fosfor P ₂ O ₅ kg/da	Potas K ₂ O kg/da	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Kum %	Kil %	Silt %	Bünye sınıfı
6,87	602	0,64	0,90	1,67	114	13,01	1,78	0,60	21,89	41,64	51,32	7,04	L

3.2.2. Deneme deseni

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü, ekmeklik ve makarnalık buğdayların yer aldığı 24' er parselden oluşan iki ayrı denemede toplamda 48 parselden oluşmuştur (Şekil 3.1.). Denemede bloklar arası mesafe 2,5 m, parseller arası mesafe ise 1 m olarak belirlenmiştir. Makarnalık ve ekmeklik buğday için denemeler ayrı ayrı kurulmuştur. Denemeler arası 3 m mesafe bırakılmıştır.

**Şekil 3.1.** Deneme deseni

3.2.3. Gübre uygulaması

Bakteri uygulaması yapılmayan parsellere gübreleme yapılmış olup tam gübrelemede 9 kg N/da ve 7 kg P₂O₅/da olacak şekilde; %50 gübrelemede ise bu değerlerin yarısı uygulanmıştır. Kontrol olarak aşılama ve gübreleme yapmaksızın (% 0

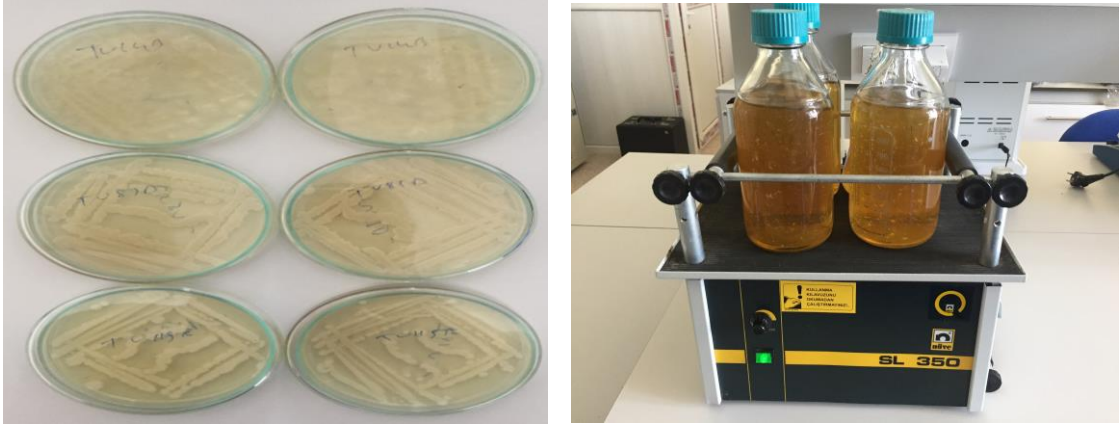
gübre) ayrıca % 50 ve % 100 kimyasal gübre uygulaması yapılmıştır. Kontrollerin bulunduğu parsellere bakteri uygulaması yapılmamıştır. Bakterilerin etkinliği kontrollere göre belirlenmiştir. Kontroller sırasıyla Kontrol 1, Kontrol 2 ve Kontrol 3 olarak kısaltılmıştır. Fosforun tamamı ve azotun 1/3 kısmı ekimle beraber verilmiş olup diamonyum fosfat (18-46-0) kullanılmıştır. Azotun geriye kalan kısmı kardeşlenme ve sapa kalkma döneminde üre gübresi (% 46 N) ile verilmiştir.

3.2.4. Bakteri uygulaması

Denemede TOVAG 108O147 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında Van Gölü havzasından izole edilen ve daha önce MIS sistemi ile tanısı yapılan, PGPB etkinliği sera ve tarla koşullarında ortaya konulan *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B (fosfat çözücü), *Bacillus atrophaeus* TV83D (azot bağlayıcı), *Bacillus*-GC group TV119E (fosfat çözücü), *Cellulomonas turbata* TV54A (azot bağlayıcı) ve TV83D+TV119E (*Bacillus atrophaeus*+*Bacillus*-GC group) bakterilerinin ikili kombinasyonu kullanılmıştır. Bakteriler sırasıyla B1, B2, B3, B4 ve kombinasyon B5 olarak kısaltılmıştır. Katı besi yeri olarak nutrient agar (Merck-VM71680604) kullanılmıştır. Bir litre saf suya 20 g nutrient agar eklenerek, pH 7,0' ye ayarlanmış ve karışım otoklav yardımıyla, 121 °C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Sterilizasyonun ardından besi yerleri 50 °C'ye kadar soğutulmuş, daha sonra petri plakalarına aktarılmış ve katılaşması için beklenmiştir. Bakterilerin stok kültürleri, öze yardımıyla nutrient agar besi yerine ekilmiş, 26 ±2 °C'de, 24 saat inkübe edilmiştir (Şekil 3.2.).

Sıvı besi yeri olarak nutrient broth (Merck-VM775843711) kullanılmıştır. Bir litre saf suya 8 g nutrient broth besi yeri eklenmiş ve pH 7,0' ye ayarlanmıştır. Karışım otoklav yardımıyla, 121 °C'de 15 dakika sterilize edilmiş ve ardından soğumaya bırakılmıştır nutrient agar besi yerinde geliştirilen bakterilerden tek koloni alınarak, aseptik koşullarda nutrient broth besi yerine aktarılmıştır. Sıvı besi yerine aktarılan bakteriler 26±2 °C'de 24 saat süre ve 120 rpm hızda yatay çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından bakteri konsantrasyonları turbidimetrik olarak ~ 10⁸ kob (koloni oluşturan bakteri) / ml'ye ayarlanmıştır (Şekil 3.2). Son aşamada bakteriler tohuma inokule edilmiştir. Tohumların yüzey sterilizasyonu 20 dakika süreyle % 5 (v/v)'lik sodyum hipokloritle yapılmış ve saf suyla 3 kez yıkanmıştır. Bakteriler yüzey sterilizasyonu yapılmış tohuma 3 saat süreyle uygulanarak tohumun şişmesi sağlanmıştır (Clark, 1965). Tohumlar kurutma kâğıtlarına

serilmiş ve kuruması beklenmiştir. Kuruyan tohumların araziye ekimi bir gün sonra yapılmıştır. Kontrol olarak steril nutrient broth besi yeri kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Bakterilerin nutrient agar ve nutrient broth besi ortamında gelişimi

3.2.5. Ekim, bakım, hasat ve harman

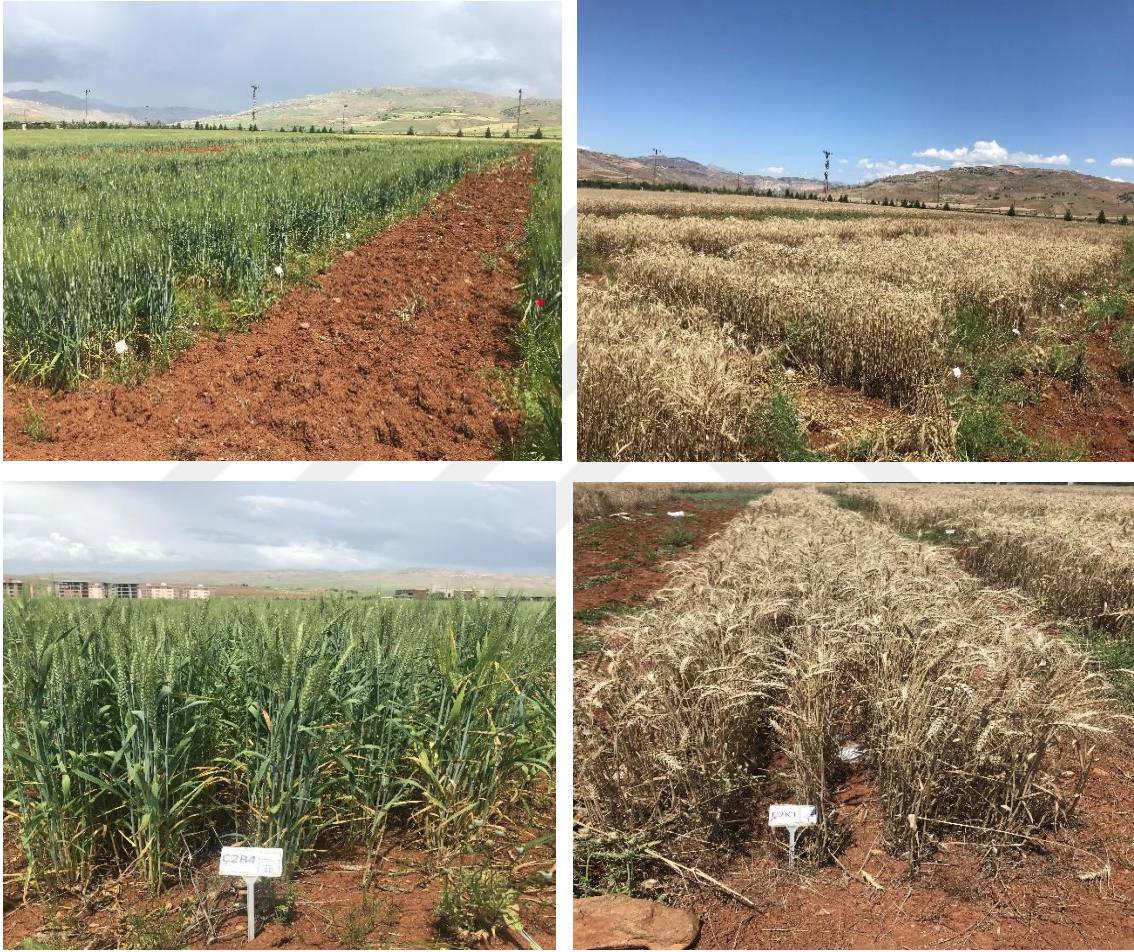
Deneme, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme Arazisinde 2017-2018 üretim sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur.

Daha önceden sürümü ve tesviyesi yapılan deneme alanında kireç dökülerek parseller belirlenmiştir. Parseller üzerinde markör yardımıyla çiziler açılarak ekime hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.3. Arazi parselasyonu ve ekim

Parsellerin boyu 5 m, eni 1 m (5 sıra ve her sıra arası 20 cm) olup her bir parsel alanı 5 m²' dir. Ekim normu olarak m²'ye 500 bitki olacak şekilde tohum hesabı yapılmıştır. Her parselde tohum yüzeyindeki bakterilerin birbirine bulaşmaması için eldiven kullanılmıştır. Parsellerin karışmaması için etiketleme yapılmıştır. Deneme kurulumu 21.11.2017 tarihinde yapılmıştır. Bitkilerin 01.12.2017 tarihinde çıkış yaptığı tespit edilmiştir. Yabancı ot mücadelesi el ile yapılmıştır. Deneme alanında ekonomik zarara neden olabilecek derecede hastalık ya da zararlı gözlenmemiştir.



Şekil 3.4. Deneme ve parsel görüntüleri

Ekimle beraber dekara 7 kg fosfor ve 3 kg azot olacak şekilde taban gübresi (DAP) verilmiştir. Kardeşlenme ve sapa kalkma döneminde, üst gübreleme şeklinde, 3'er kg saf azot gelecek şekilde üre uygulanmıştır. Bitkilere ekim, kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde totalde 9 kg saf azot ve 7 kg fosfor verilmiştir. Hasat işlemi; parsel kenarlarından 1'er sıra ve parsel başından ve sonundan 50 cm bırakılarak kalan 2,4 m² lik

alandaki bitkiler orakla 01.07.2018 tarihinde hasat edilmiştir. Ardından depoya götürülerek makine ile harman yapılmıştır.

3.2.6. Verilerin elde edilmesi

Deneme bir yetiştirme sezonu boyunca devam ettirilmiş, Tosun ve ark. (1971) ile Ünver (1995)' in çalışmalarında uyguladığı metotlar baz alınarak gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

3.2.6.1. Bitki boyu (cm)

Parsellerden hasat öncesi rasgele 10 bitki örneği alınmıştır. Kök boğazından, başakta en üst başakçık ucuna (kılçıklar hariç) kadar olan uzunluk metre ile ölçülerek ortalaması alınmıştır.

3.2.6.2. Başak boyu (cm)

Parsellerden hasat öncesi 10 başak alınmıştır. Başak uzunluğu (kılçıklar hariç) metre ile ölçülerek ortalaması alınmıştır.

3.2.6.3. Kardeş sayısı

Parsellerdeki fertil (başaklı) 10 bitkinin kardeşleri sayılmıştır.

3.2.6.4. Metrekaredeki başak sayısı (adet/m²)

Olgunlaşma döneminde her parselin orta kısmındaki 3 sıradan rasgele seçilerek, 1'er metre uzunluktaki başaklar sayılarak, metrekaredeki başak sayısına çevrilmiştir.

3.2.6.5. Başakta başakçık sayısı (adet/başak)

Hasat öncesi parsellerden alınan 10 adet başaktaki başakçıklar sayılarak ortalamaları alınmıştır.

3.2.6.6. Başakta tane sayısı (adet/başak)

Hasat öncesi parsellerden alınan 10 adet başaktaki taneler sayılmıştır.

3.2.6.7 Bin tane ağırlığı (gram)

Hasat sonrası her parselden rastgele alınan numuneler, bin tane sayım cihazında sayılıp tartımı yapılmıştır.

3.2.6.8 Tane verimi (kg/da)

Her parseldeki buğdayın hasat ve harmanından sonra ürün tartılarak parsel verimi belirlenmiştir. Ardından parsel verimi kg/da çevrilerek dekardan alınan verim belirlenmiştir.

3.2.6.9 Biyolojik verim (kg/da)

Hasat edilen parsellerdeki ürünler harman edilmeden önce tartılarak biyolojik verim alınmıştır. Ardından kg/da çevrilerek dekardan alınan verim belirlenmiştir.

3.2.6.10 Hektolitre ağırlığı (kg/100 l)

Her parselden elde edilen taneler 1 litrelik hektolitre aleti ile ölçülerek kg/m^3 olarak hesaplanmıştır. Ardından hektolitre ağırlığı kg olarak dönüştürülmüştür (kg/100 l).

3.2.6.11 Hasat indeksi (%)

Her parseldeki tane verimi sap verimine oranlanarak belirlenmiştir.

3.2.7. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi

Deneme desenine göre Statix 10 paket programı kullanılarak analizler yapılmıştır. Ortalamaların gruplandırılması Tukey's HSD testine göre yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Fırat-93 makarnalık ve Ceyhan-99 ekmeklik buğday tohumlarına uygulanmış bakterilerin bitki boyu, başak boyu, kardeş sayısı, metrekaresindeki başak sayısı, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi, biyolojik verim, hektolitre ağırlığı ve hasat indeksleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistiki olarak yorumlanıp; her birinin değerlendirilmesi aşağıdaki gibi yapılmıştır.

4.1. Bitki Boyu

4.1.1. Makarnalık buğdayda bitki boyu (cm)

Bitki boyuna ilişkin varyans analizi yapılmış olup, sonuçlar Tablo 4.1.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ise Tablo 4.2.' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	223,438	111,719		
Uygulama	7	76,848	10,978	2,19	0,1002
Hata	14	70,124	5,009		
Genel	23	370,41			
CV	3,1				

* $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında bitki boyu açısından istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,1002$).

Tablo 4.2. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidi bitki boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	68,23
% 50 Gübreli Kontrol	70,76
% 100 Gübreli Kontrol	72,43
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	74,13
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	73,36
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	73,71
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	72,80
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	72,33
Ortalama	72,22
P	0,1002
Tukey's HSD	6,4455

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek bitki boyu, 74,13 cm ile *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) bakteri uygulamasından, en düşük bitki boyu ise 68,23 cm ile aşısız ve gübresiz kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki bitki boyları bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamaları bitki boyuna etkide bulunmuş ancak istatistiki olarak önemli bir etkisi olmamıştır. Kimyasal gübrelerin çevreye olan zararları göz önüne alındığında özellikle azotlu gübrelemelerle arttığı bilinen bitki boyu değerlerinin bakteri uygulamaları ile arasında önemli fark bulunmaması, bakteri uygulamalarının ümit verici etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yapılan detaylı literatür araştırmasında makarnalık buğdayda bakteri uygulaması çalışmasına rastlanılmamakla birlikte bakterilerin bitki boyuna etkisi ile ilgili bakteri aşılmasının bitkide azot içeriğini ve vejetatif gelişmeyi teşvik ettiğini, bunun da bitki boyunu arttırdığı belirtilmiştir (Şahin ve ark., 2004; Mukhtar ve ark., 2017; Kumar ve ark., 2014; Abbasi ve ark., 2011; Sultana ve ark., 2016; Arshadullah ve ark., 2017). Kullanılan bakteri suşları ve buğday çeşidi farklı olmakla birlikte mevcut çalışmada alınan sonuçlar önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.1.2. Ekmeklik buğdayda bitki boyu (cm)

Bitki boyuna ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.3.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.4.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.1.' de verilmiştir.

Tablo 4.3. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	150,891	75,4454		
Uygulama	7	140,493	20,0704	8,86	0,0003*
Hata	14	31,716	2,2654		
Genel	23	323,1			
CV	1,94				

* $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli

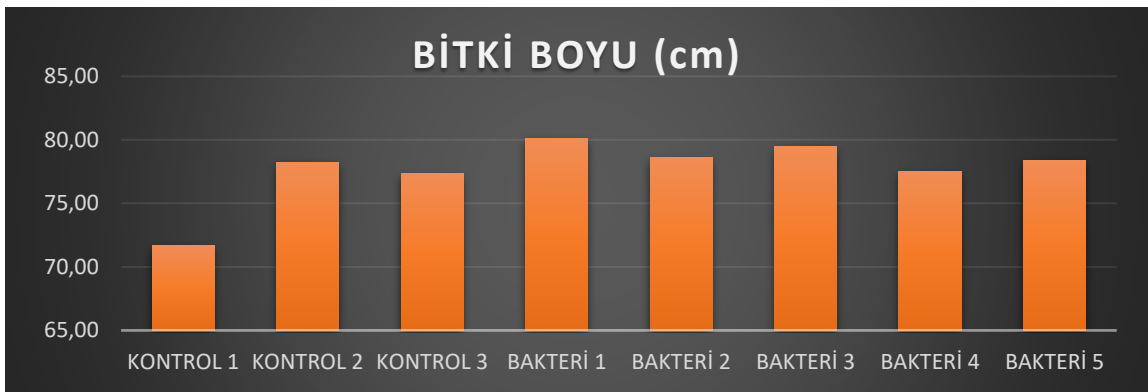
Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinin bitki boyu üzerine bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.4. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bitki boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	71,67 ^b
% 50 Gübrelili Kontrol	78,20 ^a
% 100 Gübrelili Kontrol	77,33 ^a
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	80,07 ^a
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	78,60 ^a
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	79,47 ^a
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	77,50 ^a
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	78,40 ^a
Ortalama	77,65
p	0,0003
Tukey's HSD	4,3347

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek bitki boyu, 80,07 cm ile *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (B1) bakteri uygulamasından, en düşük bitki boyu ise 71,67 cm ile aşısız ve gübresiz kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki bitki boyları bu iki değer arasında yer almıştır. TV14B bakteri uygulamasında bitki boyunun kontrol 1'e göre % 11 daha fazla olduğu görülmüştür. Bununla birlikte tüm bakteri uygulamalarında bitki boyunun kontrol 1'e göre fazla olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda bakteri aşılamasının bitkide azot içeriğini ve vejetatif gelişmeyi teşvik ettiğini bunun da bitki boyunu arttırdığı belirtilmiştir (Şahin ve ark., 2004; Mukhtar ve ark., 2017; Kumar ve ark., 2014; Abbasi ve ark. 2011; Sultana ve ark., 2016; Arshadullah ve ark., 2017). Bu yönüyle alınan sonuçlar önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.1. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda bitki boyu değerleri

4.2. Başak Boyu

4.2.1. Makarnalık buğdayda başak boyu (cm)

Başak boyuna ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.5.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.6' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.2.' de verilmiştir.

Tablo 4.5. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde başak boyuna ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	0,22763	0,11382		
Uygulama	7	1,42746	0,20392	4,04	0,0126*
Hata	14	0,7067	0,05048		
Genel	23	2,3618			
CV	3,98				

* $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin başak boyu üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

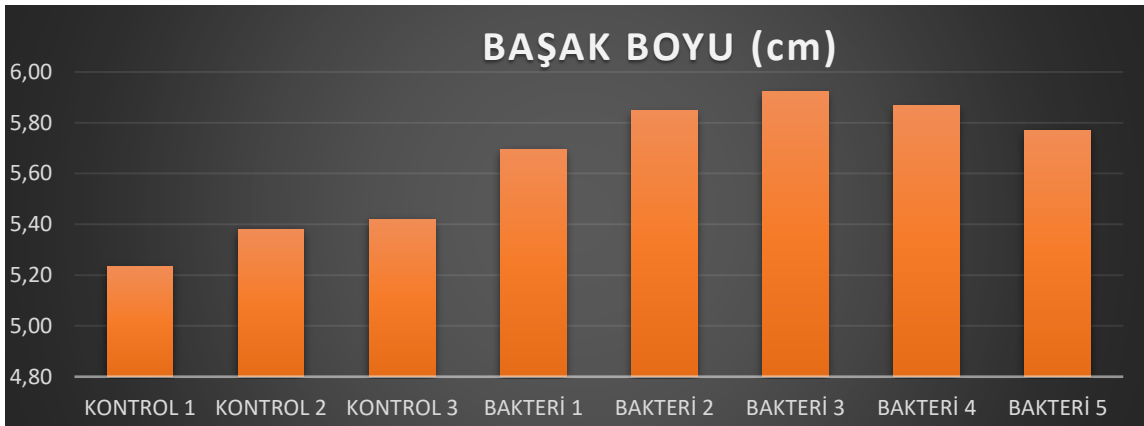
Tablo 4.6. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde başak boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	5,23 ^b
% 50 Gübreli Kontrol	5,38 ^{ab}
% 100 Gübreli Kontrol	5,42 ^{ab}
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	5,69 ^{ab}
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	5,84 ^{ab}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	5,92 ^a
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	5,86 ^{ab}
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	5,77 ^{ab}
Ortalama	5,64
p	0,0126
Tukey's HSD	0,6471

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek başak boyu, 5,92 cm ile *Bacillus*-GC Group (TV119E) (B3) bakteri uygulamasından, en düşük başak boyu ise 5,23 cm ile aşısız ve gübresiz kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başak boyu, bu iki değer arasında yer almıştır. Ayrıca diğer

bakteri uygulamalarının aşısız ve gübresiz kontrole göre başak boyu üzerinde olumlu ve önemli etkide bulunduğu görülmüştür. Zafar-ul-Hye ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada bakteri uygulamalarının başak boyu üzerinde artış sağladığını bildirmişlerdir. Daha önceki çalışmalarda bakterilerin ikili kombinasyon uygulaması şeklinde tohumlara aşılamanın verim ve verim öğelerinde kontrole göre önemli artışlar meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır (Darmwal ve Gaur, 1988; Rai ve Gaur, 1988; Şahin ve ark., 2004). Bu yönüyle mevcut araştırmada elde edilen bulgular önceki araştırmacıların bulguları ile örtüşmektedir.



Şekil 4.2. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda başak boyu değerleri

4.2.2. Ekmeklik buğdayda başak boyu (cm)

Başak boyuna ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.7.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.8.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.3.' de verilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başak boyuna ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	0,09751	0,04875		
Uygulama	7	5,46905	0,78129	11,02	0,0001*
Hata	14	0,99243	0,07089		
Genel	23	6,55898			
CV	3,65				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

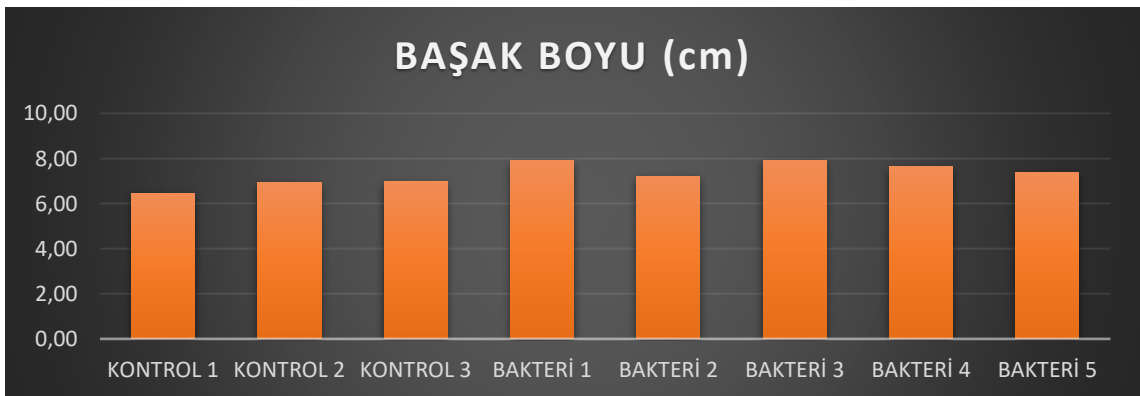
Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinin başak boyu üzerine bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.8. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başak boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	6,45 ^c
% 50 Gübreli Kontrol	6,94 ^{bc}
% 100 Gübreli Kontrol	6,98 ^{bc}
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	7,90 ^a
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	7,22 ^{ab}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	7,92 ^a
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	7,63 ^{ab}
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	7,37 ^{ab}
Ortalama	7,30
p	0,0001
Tukey's HSD	0,7668

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek başak boyu, 7,92 cm ile *Bacillus*-GC Group (TV119E) (B3) bakteri uygulamasından, en düşük başak boyu ise 6,45 cm ile aşısız ve gübresiz kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başak boyu bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamalarının her üç kontrole göre başak boyunun artmasında olumlu ve istatistiki olarak önemli düzeyde etkide bulunduğu görülmüştür. Ayrıca daha önceki araştırmalar da bakterilerin ikili kombinasyon uygulaması şeklinde tohumlara aşılamanın verim ve verim öğelerinde kontrole göre önemli artışlar sağladığını bildirmişlerdir (Darmwal ve Gaur, 1988; Rai ve Gaur, 1988; Şahin ve ark., 2004; Çığ, 2011). Bu araştırmada elde edilen bulgular araştırmacıların bulguları ile örtüşmektedir.



Şekil 4.3. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda başak boyu değerleri

4.3. Kardeş Sayısı

4.3.1. Makarnalık buğdayda kardeş sayısı

Kardeş sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.9' da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.10.' da verilmiştir.

Tablo 4.9. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde kardeş sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	0,8125	0,40625		
Uygulama	7	0,40958	0,05851	0,63	0,722
Hata	14	1,29417	0,09244		
Genel	23	2,51625			
CV	11,42				

*p≤0,05 düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında bitkide kardeş sayısı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p= 0,722).

Tablo 4.10. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde kardeş sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	2,63
% 50 Gübreli Kontrol	2,93
% 100 Gübreli Kontrol	2,76
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	2,57
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	2,73
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	2,60
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	2,52
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	2,53
Ortalama	2,66
p	0,722
Tukey's HSD	0,8756

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek kardeş sayısı, 2,93 ile % 50 Gübreli Kontrol (kontrol 2) uygulamasından, en düşük kardeş sayısı ise 2,52 ile *Cellulomonas turbata* (TV54A) (B4) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki kardeş sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Kardeş sayısı bakımından sadece *Bacillus atropheus* (TV83D) (2,73 adet) bakteri uygulaması aşısız

ve gübresiz kontrole (2,63 adet) göre artış sağlamış, diğer bakteri uygulamaları bu değer in altında kalmıştır. Sood ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, bakteri uygulamasının kardeş sayısında % 28,3'lik artış sağladığını bildirmişlerdir. Ancak mevcut çalışmadaki bulguların önceki yapılan çalışmadaki bulgular ile farklılık gösterdiği görülmektedir. Bakteri straini, buğday çeşidi, iklim ve toprak özelliklerinin farklı olmasının bu sonuca sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir.

4.3.2. Ekmeklik buğdayda kardeş sayısı

Kardeş sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.11.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.12' de verilmiştir.

Tablo 4.11. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde kardeş sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	3,8558	1,92792		
Uygulama	7	3,1696	0,4528	1,41	0,2748
Hata	14	4,4842	0,3203		
Genel	23	11,5096			
CV	1,42				

* $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında bitkide kardeş sayısı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,2748$).

Tablo 4.12. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde kardeş sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	2,07
% 50 Gübreli Kontrol	2,30
% 100 Gübreli Kontrol	3,27
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	2,07
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	2,23
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	2,50
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	2,53
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	2,27
Ortalama	2,40
p	0,2748
Tukey's HSD	1,6299

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek kardeş sayısı, 3,7 ile % 100 Gübrelili Kontrol (kontrol 3) uygulamasından, en düşük kardeş sayısı ise 2,07 ile aşısız ve gübresiz kontrol ve *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (B1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki kardeş sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) hariç diğer bakteri uygulamaları ile aşısız ve gübresiz kontrole göre olumlu artışlar gözlenmiştir. Sood ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada bakteri uygulamasının kardeş sayısında % 28.3'lik artış sağladığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma yukarıda verilen araştırmacıların bulgusu ile uyum içerisindedir.

4.4. Metrekarede Başak Sayısı

4.4.1. Makarnalık buğdayda metrekarede başak sayısı (adet/m²)

Metrekarede başak sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.13' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.14.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.13. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	4608,3	2304,17		
Uygulama	7	56707,3	8101,04	3,12	0,0331*
Hata	14	36308,3	2593,45		
Genel	23	97624			
CV	13,77				

*p≤0,05 düzeyinde önemli

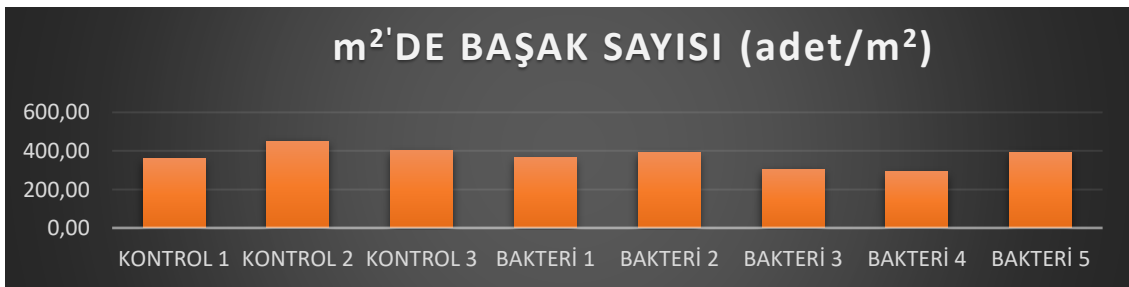
Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin metrekarede başak sayısına üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.14. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	360,00 ^{ab}
% 50 Gübreli Kontrol	450,00 ^a
% 100 Gübreli Kontrol	401,00 ^{ab}
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	365,00 ^{ab}
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	391,67 ^{ab}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	305,00 ^{ab}
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	291,67 ^b
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	393,33 ^{ab}
Ortalama	369,79
p	0,0331
Tukey's HSD	146,67

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait metrekaredeki en yüksek başak sayısı 450 ile % 50 Gübreli Kontrol (kontrol 2) uygulamasından, metrekarede en düşük başak sayısı ise 291,67 ile *Cellulomonas turbata* (TV54A) (B4) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki metrekarede başak sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamalarının genel olarak metrekarede başak sayısı artışına kontrollere göre katkıda bulunmadığı; hatta tüm bakteri uygulamalarında metrekarede başak sayısında genel ortalamadan (369) daha düşük sayıda olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre metrekaredeki en yüksek başak sayısı kimyasal gübre uygulamalarında elde edilmiştir. Azotun bitkide vejetatif gelişmeyi artırarak sağlıklı bitki ve başak oluşumuna katkıda bulunduğu ve dolayısı ile metrekaredeki başak sayısını da arttırdığı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Millet ve Feldman, 1984; Davidson ve Chevalier, 1990; Öztürk ve ark., 2003, Salantur, 2003). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermemektedir. Bu durumun oluşmasında bakterilerin kardeşlenme döneminde yeterli derecede aktif olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.4. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda metrekarede başak sayısı değerleri

4.4.2. Ekmeklik buğdayda metrekarede başak sayısı (adet/m²)

Metrekarede başak sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.15' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.16.' da verilmiştir.

Tablo 4.15. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	146	73,2		
Uygulama	7	73460	10494,3	1,85	0,1554
Hata	14	79514	5679,6		
Genel	23	153121			
CV	17,61				

*p≤0,05 düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında metrekarede başak sayısı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p= 0,1554).

Tablo 4.16. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
AŞISIZ ve Gübresiz Kontrol	370,00
% 50 Gübrelili Kontrol	483,33
% 100 Gübrelili Kontrol	535,33
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	421,67
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	456,67
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	396,67
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	386,67
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	373,33
Ortalama	427,96
p	0,1554
Tukey's HSD	217,04

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 Ekmeklik buğdaya ait metrekarede en yüksek başak sayısı, 535 ile % 100 Gübrelili Kontrol (kontrol 3) uygulamasından, en düşük metrekarede başak sayısı ise 370 ile AŞISIZ ve Gübresiz Kontrol (kontrol 1) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki metrekarede başak sayısı bu

iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamalarının aşısız gübresiz kontrole nazaran daha fazla metrekarede başak sayısına sahip olduğu görölmüştür. Araştırma sonucuna göre metrekaredeki en yüksek başak sayısı kimyasal gübre uygulamalarında elde edilmiştir. Azotun bitkide vejetatif gelişmeyi arttırarak sağlıklı bitki ve başak oluşumuna katkıda bulunduğu ve dolayısıyla metrekaredeki başak sayısını da arttırdığı, çok sayıda araştırmacı tarafından da bildirilmektedir (Millet ve Feldman, 1984; Davidson ve Chevalier, 1990; Öztürk ve ark., 2003, Salantur, 2003). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ekmeklik buğdayda, makarnalık buğdaya göre bakterilerin metrekarede başak sayısına daha önemli katkıda bulunduğu gözlenmiştir.

4.5. Başakta Başakçık Sayısı

4.5.1. Makarnalık buğdayda başakta başakçık sayısı (adet/başak)

Başakta başakçık sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.17.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.18' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.5.' de verilmiştir.

Tablo 4.17. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde başakçık sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	4,8825	2,44125		
Uygulama	7	8,105	1,15786	5,88	0,0025*
Hata	14	2,7575	0,19696		
Genel	23	15,745			
CV	2,64				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

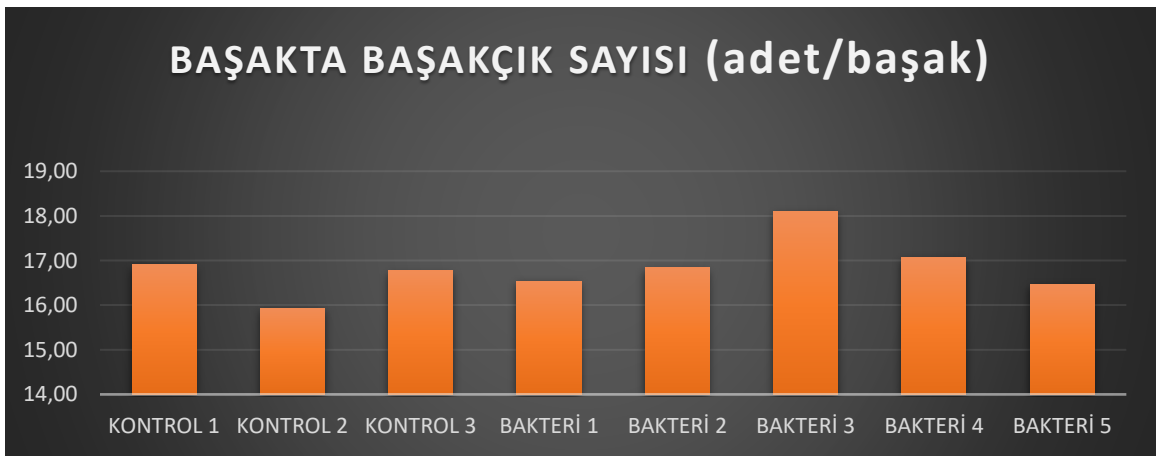
Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin başakta başakçık sayısı üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görölmüştür.

Tablo 4.18. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	16,90 ^{ab}
% 50 Gübreli Kontrol	15,93 ^b
% 100 Gübreli Kontrol	16,77 ^b
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	16,53 ^b
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	16,83 ^b
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	18,10 ^a
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	17,07 ^{ab}
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	16,47 ^b
Ortalama	16,82
p	0,0025
Tukey's HSD	1,2782

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek başakçık sayısı, 18,10 ile *Bacillus*-GC Group (TV119E) (B3) bakteri uygulamasından, en düşük başakçık sayısı ise 15,93 ile % 50 Gübreli Kontrol (kontrol 2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başakçık sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Ancak *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) ve *Bacillus atropheus* (TV83D) bakteri uygulamalarının başakta başakçık sayısının artışında etki etmediği görülmüştür. Öztürk ve ark. (2003), çeşitli azot gübreleme seviyelerinde bitki gelişimini teşvik edici bakteri aşılamanın, buğday ve arpada verime etkisini araştırmışlar; *Bacillus* sp. OSU-142 ile aşılamanın buğdayın başakta başakçık sayısını önemli düzeyde etkilediğini, fakat diğer karakterlerde önemli bir etkide bulunmadığını tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile başakçık sayısı yönüyle benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.5. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda başakta başakçık sayısı değerleri

4.5.2. Ekmeklik buğdayda başakta başakçık sayısı (adet/başak)

Başakta başakçık sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.19.' da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.20.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.6.' da verilmiştir.

Tablo 4.19. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	1,4233	0,71167		
Uygulama	7	21,6067	3,08667	3,06	0,0356*
Hata	14	14,1233	1,00881		
Genel	23	37,1533			
CV	6,06				

*p≤0.05 düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinin başakta başakçık sayısı üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

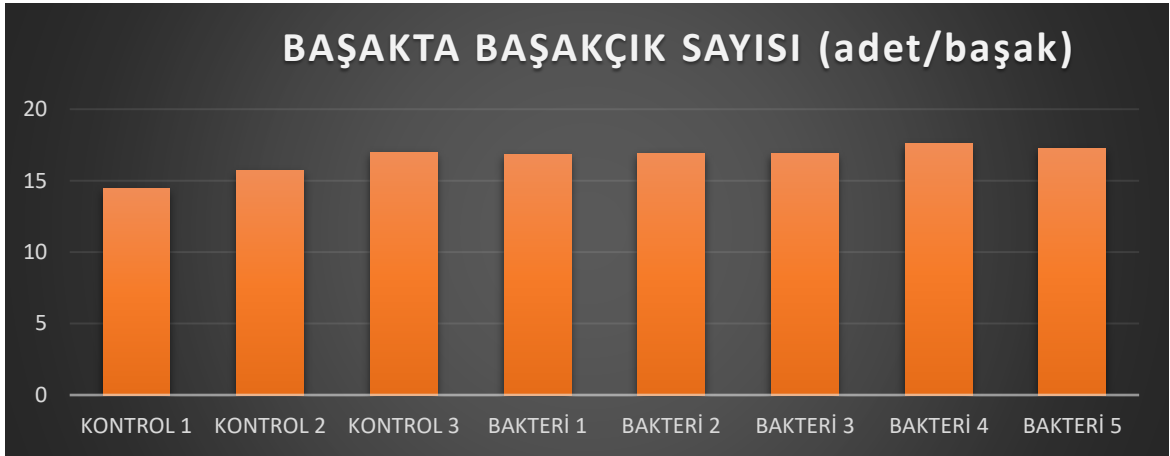
Tablo 4.20. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakçık sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	14,43 ^b
% 50 Gübreli Kontrol	15,70 ^{ab}
% 100 Gübreli Kontrol	16,97 ^{ab}
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	16,83 ^{ab}
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	16,93 ^{ab}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	16,87 ^{ab}
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	17,57 ^a
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	17,23 ^{ab}
Ortalama	16,56
p	0,0356
Tukey's HSD	2,8926

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek başakçık sayısı, 17,57 ile *Cellulomonas turbata* (TV54A) (B4), en düşük başakçık sayısı ise 14,43 ile aşısız ve gübresiz kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başakta başakçık sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Öztürk ve

ark., (2003) yaptıkları çalışmada bakteri aşılmasının buğdayın başakta başakçık sayısını önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın bulguları ile yaptığımız çalışmanın bulguları uyum içerisindedir.



Şekil 4.6. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda başakta başakçık sayısı değerleri

4.6. Başakta Tane Sayısı

4.6.1. Makarnalık buğdayda başakta tane sayısı (adet/başak)

Başakta tane sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.21.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.22.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.7.' de verilmiştir.

Tablo 4.21. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T	K.O.	F	P
Tekerrür	2	6,381	3,1904		
Uygulama	7	146,416	20,9166	3,33	0,0264*
Hata	14	87,972	6,2837		
Genel	23	240,77			
CV	8,27				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

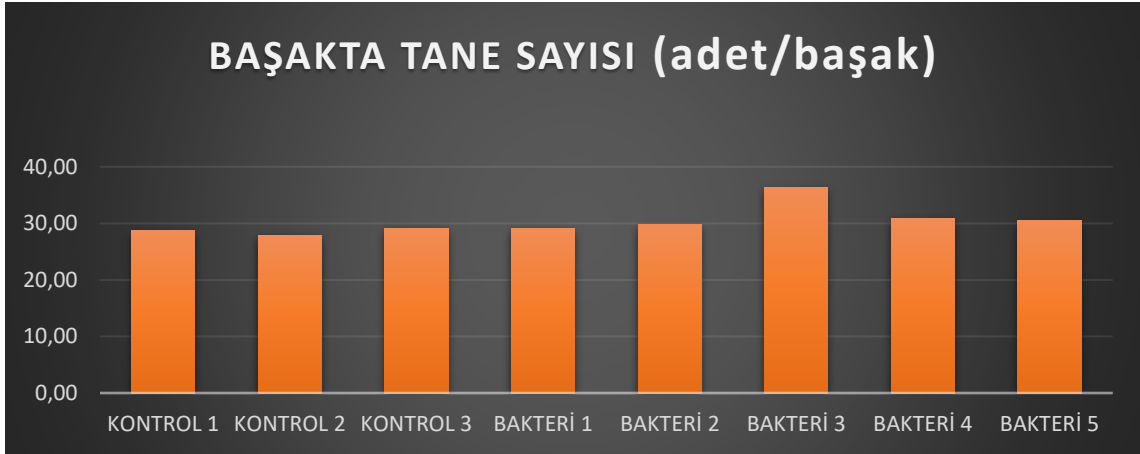
Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin başakta tane sayısı üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.22. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	28,70 ^b
% 50 Gübreli Kontrol	27,93 ^b
% 100 Gübreli Kontrol	29,13 ^b
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	29,10 ^b
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	29,77 ^{ab}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	36,40 ^a
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	30,87 ^{ab}
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	30,47 ^{ab}
Ortalama	30,29
p	0,0264
Tukey's HSD	7,2193

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek başakta tane sayısı, 36,40 ile *Bacillus*-GC Group (TV119E) (B3) bakteri uygulamasından, en düşük başakta tane sayısı ise 27,93 ile % 50 Gübreli Kontrol (kontrol 2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başakta tane sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri aşılmasının, aşısız ve gübresiz kontrole göre başaktaki tane sayısını arttırdığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Öztürk ve ark., 2003; Salantur, 2003; Sood ve ark., 2018). Yapılan bu çalışma daha önceki araştırmalar ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.7. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda başakta tane sayısı değerleri

4.6.2. Ekmeklik buğdayda başakta tane sayısı (adet/başak)

Başakta tane sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.23.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.24.' de verilmiştir.

Tablo 4.23. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	27,833	13,9163		
Uygulama	7	169,733	24,2476	1,79	0,1686
Hata	14	190,174	13,5839		
Genel	23	387,74			
CV	11,66				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında başakta tane sayısı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0,1686$).

Tablo 4.24. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	25,63
% 50 Gübreli Kontrol	29,90
% 100 Gübreli Kontrol	31,67
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	31,06
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	33,03
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	33,63
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	33,33
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	34,53
Ortalama	31,60
p	0,1686
Tukey's HSD	10,615

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek başakta tane sayısı, 34,53 ile *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus*-GC Group (TV83D+TV119E) (B5) bakteri uygulamasından, en düşük başakta tane sayısı ise 25,63 ile Aşısız ve Gübresiz Kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başakta tane sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Tüm bakteri uygulamalarından elde edilen verilerin, gübresiz ve aşısız kontrol 1 ve kontrol 2 uygulamalarından ortalama olarak yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda ikili ve tekli bakteri aşılmasının başakta tane sayısını arttırdığı bildirilmiştir (Dokuyucu ve ark., 1997; Afzal ve Bano,

2008; Nain ve ark., 2010). Buradan da anlaşılacağı gibi yapılan bu çalışma önceki araştırmacıların bulguları ile uyum içerisindedir.

4.7. Bin Tane Ağırlığı

4.7.1. Makarnalık buğdayda bin tane ağırlığı (gram)

Bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.25.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.26.' da, verilmiştir.

Tablo 4.25. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	39,048	19,524		
Uygulama	7	28,6244	4,0892	2,48	0,0706
Hata	14	23,1262	1,6519		
Genel	23	90,7986			
CV	2,79				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin bakteri ve gübre uygulamalarında bin tane ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0,0706$).

Tablo 4.26. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	46,30
% 50 Gübreli Kontrol	46,17
% 100 Gübreli Kontrol	47,99
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	45,54
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	43,88
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	45,87
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	46,46
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	46,80
Ortalama	46,13
p	0,0706
Tukey's HSD	3,7015

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p = 0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek bin tane ağırlığı, 47,99 g ile % 100 Gübrelili Kontrol (kontrol 3) uygulamasından, en düşük bin tane ağırlığı ise 43,88 g ile *Bacillus atrophaeus* (TV83D) (B2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki bin tane ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamalarının bin tane ağırlığı artışında etkili olduğu ve kombine aşılamanın, tekli aşılamalara göre daha etkili olduğunu Bhattarai ve Hess (1993) ile Das ve Saha (2005) yaptıkları tarla çalışmasında bildirmişlerdir. Anılan çalışmaların bulguları ile bulgularımız arasında benzerlik bulunmamaktadır. Bu durumun farklı bakteri ve çeşitler ile çalışılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.7.2. Ekmeklik buğdayda bin tane ağırlığı (gram)

Bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.27.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.28' de verilmiştir.

Tablo 4.27. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	2,4026	1,20132		
Uygulama	7	10,2751	1,46787	2,37	0,0806
Hata	14	8,682	0,62015		
Genel	23	21,3598			
CV	2,02				

* $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında bin tane ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0,0806$).

Tablo 4.28. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	38,45
% 50 Gübrelili Kontrol	38,81
% 100 Gübrelili Kontrol	38,45
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	40,03
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	38,28
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	39,30
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	39,42
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	39,60
Ortalama	39,00
p	0,0806
Tukey's HSD	2,268

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p = 0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek bin tane ağırlığı, 40,03 g ile *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (B1) uygulamasından, en düşük bin tane ağırlığı ise 38,28 g ile % *Bacillus atrophaeus* (TV83D) (B2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki bin tane ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar bakteri uygulamalarının bin tane ağırlığı üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir (Zahir ve ark., 2009; Mukhtar ve ark., 2017; Sood ve ark., 2018). Araştırma bulgularımız önceki çalışmalar ile uyum içerisindedir.

4.8. Tane Verimi

4.8.1. Makarnalık buğdayda tane verimi (kg/da)

Tane verimine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.29.'da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.30.'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde tane verimine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	600	299,98		
Uygulama	7	13849,7	1978,53	2,07	0,1174
Hata	14	13405	957,5		
Genel	23	27854,7			
CV	12,14				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında tane verimi açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0,1174$).

Tablo 4.30. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde tane verimine (kg/da) ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Asısız ve Gübresiz Kontrol	243,06
% 50 Gübreli Kontrol	256,25
% 100 Gübreli Kontrol	288,89
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	275,69
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	283,33
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	229,17
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	244,44
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	218,75
Ortalama	254,95
p	0,1174
Tukey's HSD	89,116

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p = 0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek tane verimi, 288,89 kg/da ile % 100 Gübreli Kontrol (kontrol 3) uygulamasından, en düşük tane verimi ise 218,75 kg/da ile *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus-GC* Group (TV83D+TV119E) (B5) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki tane verimi bu iki değer arasında yer almıştır. Ayrıca *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus-GC* Group (TV83D+TV119E) ve *Bacillus-GC* Group (TV119E) bakteri uygulamalarının tane verimi üzerinde, AŞISIZ ve gübresiz kontrole göre daha az olduğu ve verim üzerinde olumlu etkide bulunmadığı görülmüştür. Ancak *Bacillus atrophaeus* (TV83D) (283,33 kg/da) ve *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (275,69 kg/da) bakteri uygulamalarında verimin tam doz gübre uygulamasına (288,89) yakın olduğu görülmüştür. Önceki çalışmalarda da birçok araştırıcı bakteri aşılmasının tane verimini arttırdığını bildirmişlerdir (Barazani ve Friedman, 1999; Şahin ve ark., 2004; Çakmakçı ve ark., 2005; Çakmakçı ve ark., 2007; Behera ve Rautaray, 2010). Bu yönüyle elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmalara benzerlik göstermektedir.

4.8.2. Ekmeklik buğdayda tane verimi (kg/da)

Tane verimine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.31’de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.32’de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.31. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinde tane verimine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	3211,6	1605,78		
Uygulama	7	30764,1	4394,87	4,99	0,0052*
Hata	14	12323,9	880,28		
Genel	23	46299,6			
CV	9,78				

*p≤0.05 düzeyinde önemli

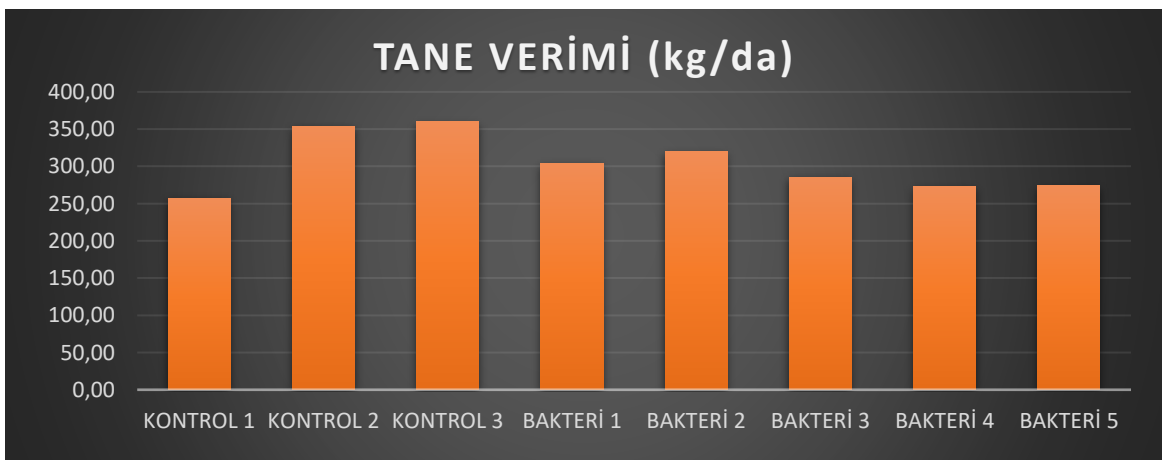
Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinin tane verimi üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.32. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde tane verimine ait Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulamaları	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	256,95 ^c
% 50 Gübreli Kontrol	354,17 ^{ab}
% 100 Gübreli Kontrol	360,00 ^a
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	304,08 ^{abc}
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	319,45 ^{abc}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	285,41 ^{abc}
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	273,61 ^{bc}
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	274,30 ^{bc}
Ortalamalar	303,50
P	0,0052
Tukey's HSD	85,447

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 ekmeklik buğdaya ait en yüksek tane verimi, 360 (kg/da) ile % 100 Gübreli Kontrol (kontrol 3) uygulamasından, en düşük tane verimi ise 256,95 (kg/da) ile Aşısız ve Gübresiz Kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki tane verimi bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamalarının aşısız ve gübresiz kontrole göre tane verimine katkıda bulunduğu ancak verimin % 50 ve % 100 gübreli kontrollerden daha düşük olduğu gözlenmiştir. *Bacillus atrophaeus* (TV83D) bakteri uygulamasının verim üzerinde aşısız ve gübresiz kontrole göre % 24 oranında artış sağladığı görülmüştür. Önceki çalışmalarda da birçok araştırıcı bakteri aşılamasının tane verimini arttırdığını bildirmişlerdir (Raj ve ark., 2004; Kumar ve Ahlawat, 2006; Apanna, 2007; Afzal ve Bano, 2008; Jarak ve ark., 2012; Şahin ve Turan, 2014; Kumar ve ark., 2014; Dos Santos ve ark., 2017; Sood ve ark., 2018). Bu yönüyle elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.8. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda tane verimi değerleri

4.9. Biyolojik Verim

4.9.1. Makarnalık buğdayda biyolojik verim (kg/da)

Biyolojik verime ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.33.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.34.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.33. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde biyolojik verimine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	48172	24085,8		
Uygulama	7	127796	18256,5	6,37	0,0017*
Hata	14	40138	2867		
Genel	23	216105			
CV	7.89				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinin biyolojik verim üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

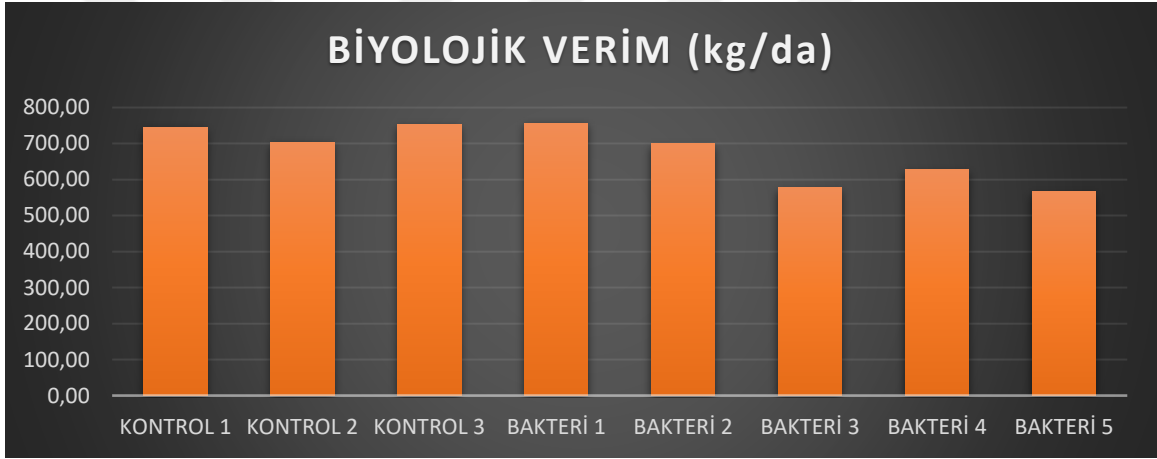
Tablo 4.34. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde biyolojik verimine (kg/da) ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	745,14 ^a
% 50 Gübreli Kontrol	704,17 ^{ab}
% 100 Gübreli Kontrol	752,78 ^a
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	756,95 ^a
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	699,66 ^{ab}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	577,78 ^b
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	627,78 ^{ab}
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	565,97 ^b
Ortalama	678,78
p	0,0017
Tukey's HSD	154,21

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek biyolojik verimi, 756,95 kg/da ile *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (B1) bakteri

uygulamasından, en düşük biyolojik verimi ise 565,97 kg/da ile *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus* -GC Group (TV83D+TV119E) (B5) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki biyolojik verim bu iki değer arasında yer almıştır. *Bacillus*-GC Group (TV119E) ve *Cellulomonas turbata* (TV54A) bakteri uygulamalarının biyolojik verim üzerinde olumsuz etkide bulunduğu gözlenmiştir. *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (B1) uygulamasıyla en yüksek biyolojik verime 756,95 kg/da sahip olduğu ve tam doz gübre uygulamasındaki verimden (752,78 kg/da) daha fazla olduğu görülmüştür. Daha önceden yürütülen çalışmalarda kimyasal gübreleme ve bakteri aşılmasının kontrole göre biyolojik verimde artışlar sağladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Kumar ve Ahlawat, 2006; Sultana ve ark., 2016; Dos Santos ve ark., 2017; McCarty ve ark., 2017; İnwati ve ark., 2018; Sood ve ark., 2018). Elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.9. Uygulamalara göre Fırat-93 makarnalık buğdayda biyolojik verim değerleri

4.9.2. Ekmeklik buğdayda biyolojik verim (kg/da)

Biyolojik verime ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.35.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.36.'da, ayrıca grafik halinde Şekil 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.35. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinde biyolojik verime ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	25347	12673,6		
Uygulama	7	136580	19511,4	6,59	0,0014*
Hata	14	41437	2959,8		
Genel	23	203364			
CV	7,77				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Ceyhan-99 Ekmeklik buğday çeşidinin biyolojik verim üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.36. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde biyolojik verime (kg/da) ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	615,28 ^c
% 50 Gübreli Kontrol	850,00 ^a
% 100 Gübreli Kontrol	794,00 ^{ab}
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	672,92 ^{bc}
<i>Bacillus atropheus</i> (TV83D)	704,17 ^{abc}
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	653,47 ^{bc}
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	655,56 ^{bc}
<i>Bacillus atropheus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	654,86 ^{bc}
Ortalama	700,09
p	0,0014
Tukey's HSD	156,68

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 Ekmeklik buğdaya ait en yüksek biyolojik verimi, 850 (kg/da) ile % 50 Gübreli Kontrol (kontrol 2) uygulamasından, en düşük biyolojik verimi ise 615,28 (kg/da) ile Aşısız ve Gübresiz Kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki biyolojik verim bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamalarının aşısız ve gübresiz kontrole göre biyolojik verim artışına katkı sağladığı görülmüştür. Daha önceden yürütülen çalışmalarda kimyasal gübreleme ve bakteri aşılmasının kontrole göre biyolojik verimde artışlar sağladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Kumar ve Ahlawat, 2006; Sultana ve ark., 2016; Dos Santos ve ark., 2017; McCarty ve ark., 2017; İnwati ve ark., 2018; Sood ve ark., 2018). Elde edilen sonuçlar, önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.10. Uygulamalara göre Ceyhan-99 ekmeklik buğdayda biyolojik verim değerleri

4.10. Hektolitre Ağırlığı

4.10.1. Makarnalık buğdayda hektolitre ağırlığı (kg/100 l)

Hektolitre ağırlığına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.37.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.38.'de verilmiştir.

Tablo 4.37. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	7,8433	3,92167		
Uygulama	7	28,945	4,135	2	0,1276
Hata	14	28,93	2,06643		
Genel	23	65,7183			
CV	1,90				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında hektolitre ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,1276$).

Tablo 4.38. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	76,80
% 50 Gübreli Kontrol	76,00
% 100 Gübreli Kontrol	76,13
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	77,60
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	75,47
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	74,13
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	75,93
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	74,27
Ortalama	75,79
p	0,1276
Tukey's HSD	4,14

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek hektolitre ağırlığı, 77,60 kg ile % 50 Gübreli Kontrol (kontrol 2) uygulamasından, en düşük hektolitre ağırlığı ise 74,13 kg ile *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus* -GC Group (TV83D+TV119E) (B5) bakteri uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalardaki hektolitre ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. Aynı zamanda tam doz gübre uygulamasına (76,13 kg) göre, *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) bakteri uygulaması (77,60 kg) istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte daha yüksek bulunmuştur. Çığ (2011), bakteri uygulamalarının hektolitre üzerinde etkiye bulunmadığını bildirmiştir. Bu yönüyle mevcut çalışma daha önceden yapılan araştırma ile benzerlik göstermektedir.

4.10.2. Ekmeklik buğdayda hektolitre ağırlığı (kg/100 l)

Hektolitre ağırlığına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.39.'da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.40'da verilmiştir.

Tablo 4.39. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	4,9633	2,48167		
Uygulama	7	21,1183	3,0169	1,42	0,2728
Hata	14	29,7567	2,12548		
Genel	23	55,8383			
CV	1,91				

*p≤0.05 düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında hektolitre ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p=0,2728).

Tablo 4.40. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	75,33
% 50 Gübreli Kontrol	77,47
% 100 Gübreli Kontrol	74,73
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	76,13
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	76,53
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	76,00
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	76,00
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	77,73
Ortalama	76,24
p	0,2728
Tukey's HSD	4,1987

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre p=0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 Ekmeklik buğdaya ait en yüksek hektolitre ağırlığı, 77,73 g ile *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus* -GC Group (TV83D+TV119E) (B5) bakteri uygulamasından, en düşük hektolitre ağırlığı ise 74,13 g ile *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) (B1) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki hektolitre ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. En yüksek değer elde edildiği *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus* -GC Group (TV83D+TV119E) (77,73 kg) bakteri uygulaması kimyasal gübre uygulamalarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Önemli bir kalite parametresi olan hektolitre ağırlığı bakımından *Bacillus atrophaeus* + *Bacillus*-GC Group (TV83D+TV119E) uygulamasının en yüksek değeri vermesi bakteriyel preparatların kimyasal gübreye alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır. Çığ (2011), ikili bakteri uygulamalarının hektolitre ağırlığı üzerine olumlu etkiye bulunduğunu bildirmiştir. Bu yönüyle mevcut çalışma daha önceden yapılan araştırma ile benzerlik göstermektedir. Elde edilen bulgular ışığında istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte en yüksek hektolitre ağırlığı bakteri uygulamasından elde edilmiştir.

4.11. Hasat İndeksi

4.11.1. Makarnalık buğdayda hasat indeksi (%)

Hasat İndeksine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.41.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.42.'de, verilmiştir.

Tablo 4.41. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	69,773	34,8864		
Uygulama	7	118,309	16,9013	1,87	0,1503*
Hata	14	126,295	9,0211		
Genel	23	314,376			
CV	7.95				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Fırat-93 makarnalık buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında hasat indeksi açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0.1503$).

Tablo 4.42. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Fırat-93 Makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşidinde hasat indeksine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	32,91
% 50 Gübreli Kontrol	36,54
% 100 Gübreli Kontrol	38,48
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	36,60
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	40,16
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	39,69
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	39,25
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	38,71
Ortalama	37,79
p	0,1503
Tukey's HSD	8,65

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Fırat-93 makarnalık buğdaya ait en yüksek hasat indeksi, 40,16 ile *Bacillus atrophaeus* (TV83D) (B2) bakteri uygulamasından, en düşük hasat indeksi ise 32,91 ile Aşısız ve Gübresiz Kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki hasat indeksi bu iki değer arasında yer almıştır. Genel olarak bakteri uygulamalarının tamamının kimyasal gübrelemeye göre hasat indeksinde

istatistiki olarak olumlu ve önemli artışa sebep olduğu görülmüştür. Çığ (2011), yaptığı araştırmada ikili bakteri uygulamalarının artışa neden olduğunu bildirmiştir. Mevcut araştırma önceki çalışmayla benzer sonuçlar göstermiştir.

4.11.2. Ekmeklik buğdayda hasat indeksi (%)

Hasat İndeksine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.43.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.44.' de verilmiştir.

Tablo 4.43. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	5,426	2,71315		
Uygulama	7	56,682	8,09738	1,37	0,2919
Hata	14	82,866	5,91899		
Genel	23	144,974			
CV	5,62				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Ceyhan-99 ekmeklik buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında hasat indeksi açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p = 0,2919$).

Tablo 4.44. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Ceyhan-99 Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hasat indeksine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	41,70
% 50 Gübreli Kontrol	41,79
% 100 Gübreli Kontrol	45,08
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> (TV14B)	45,02
<i>Bacillus atrophaeus</i> (TV83D)	45,34
<i>Bacillus</i> -GC Group (TV119E)	43,66
<i>Cellulomonas turbata</i> (TV54A)	41,94
<i>Bacillus atrophaeus</i> + <i>Bacillus</i> -GC Group (TV83D+TV119E)	41,95
Ortalama	43,30
p	0,2919
Tukey's HSD	7,0067

-Sütunlarda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler Tukey's HSD testine göre $p=0,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Uygulamalar yönünden Ceyhan-99 Ekmeklik buğdaya ait en yüksek hasat indeksi, 45,34 ile *Bacillus atrophaeus* (TV83D) (B2) bakteri uygulamasından, en düşük

hasat indeksi ise 41,70 ile Aşısız ve Gübresiz Kontrol (kontrol 1) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki hasat indeksi bu iki değer arasında yer almıştır. Bakteri uygulamaları ortalamaları genel olarak aşısız ve gübresiz kontrolden yüksek olmuştur. Daha önceki yapılan çalışmada ikili bakteri uygulamalarının hasat indeksinde artışa sebep olduğu ancak tekli bakteri uygulamasının en düşük değeri gösterdiği bildirilmiştir (Çığ, 2011). Mevcut çalışmada elde edilen bulgular önceki çalışma ile uyum göstermemektedir. Bu durumun oluşmasında kullanılan bakteri ve çeşitlerin farklı olması; ayrıca farklı iklim ve toprak koşullarından dolayı meydana geldiğini düşünülmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yoğun kimyasal gübreleme ve ilaçlamanın çevreye ve insan sağlığına verdiği zarar ile artan maliyeti bizleri yeni alternatifler bulmaya zorlamaktadır. Özellikle son yıllarda organik tarıma olan talep organik gübre araştırmalarını popüler hale getirmiştir. Yapılan bu çalışma ile sürdürülebilir tarım kapsamında mikrobiyal gübrelere materyal kaynağı olabilecek bakteri strainlerinin makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Tarla koşullarında 2017-2018 sezonunda denemeye tabi tutulan *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B (fosfat çözücü), *Bacillus atrophaeus* TV83D (azot bağlayıcı), *Bacillus-GC* group TV119E (fosfat çözücü), *Cellulomonas turbata* TV54A (azot bağlayıcı) ve *Bacillus atrophaeus* TV83D ile *Bacillus-GC* group TV119E'nin ikili kombinasyonu ve kimyasal gübrelemenin makarnalık ve ekmeklik buğdayda verim ve verim öğeleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Bakterilerin çeşitlere etkisi bakımından; *Bacillus-GC* group TV119E bakteri uygulamasının makarnalık buğdayda başak boyu, başakçık sayısı, başakta tane sayısı; ekmeklik buğdayda ise başak boyu üzerine istatistiki olarak önemli düzeyde olumlu etkide bulunduğu görülmüştür. *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B (fosfat çözücü) bakteri uygulamasının makarnalık buğday çeşidinde biyolojik verimi, ekmeklik buğday çeşidinde bitki boy uzunluğunu istatistiki olarak önemli ölçüde arttırdığı gözlenmiştir. *Bacillus atrophaeus* TV83D (azot bağlayıcı) bakteri uygulamasının ekmeklik buğday biyolojik veriminin artmasına istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur. Tüm bakteri uygulamalarının her iki çeşitte kardeş sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve hasat indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır.

Ekmeklik buğday çeşidindeki tüm bakteri uygulamaları tane verimini aşısız ve gübresiz kontrole göre istatistiki olarak önemli derecede arttırmıştır. Özellikle *Bacillus atrophaeus* (TV83D) bakteri uygulamasının verimi aşısız ve gübresiz kontrole göre % 24 oranında arttırdığı görülmüştür. Bu bakteri straini makarnalık buğdayda da verim üzerinde artış sağlamış ancak diğer uygulamalara göre istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Makarnalık buğday tane veriminin (283,33 kg/da) ile %100 kimyasal gübrelemeye (288,89 kg/da) yakın olması bu bakterinin verime önemli ölçüde katkı sağladığını göstermiştir. Bunun yanında makarnalık buğday çeşidi %100 kimyasal

gübrelemedeki (kontrol 3) verimi (288,89 kg/da) ekmeklik buğday çeşidinden (360,00 kg/da) az olmuştur. Bu durumun, makarnalık buğdayın su isteğinin ekmeklik buğday çeşidine göre daha fazla olması ve 2018 yılı bahar aylarında yaşanan kuraklığın makarnalık buğdayın gelişimi üzerinde olumsuz etkide bulunmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak bakteri uygulamaları ekmeklik buğdayda aşısız ve gübresiz kontrole göre verimi önemli ölçüde arttırmıştır. Bunun yanı sıra bakteri uygulamalarının çeşitlere göre farklı reaksiyon gösterdiği, farklı bakterilerin bitki verim öğelerine değişik oranda etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Mikroorganizma uygulamaları içerisinde en yüksek tane verimi artışı *Bacillus atrophaeus* (TV83D) bakteri uygulamasından elde edilmiştir. Bu yönüyle bu bakteri straininin biyogübre materyali olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Çalışma sonucunda tüm parametrelere olumlu etkide bulunan *Bacillus atrophaeus* (TV83D) başta olmak üzere, *Bacillus*-GC group TV119E ve *Stenotrophomonas maltophilia* TV14B bakteri strainleri ümitvar bulunmuştur. Ancak çalışmada kullanılan bakterilerin etkinliğinin tam olarak belirlenmesi için tarla denemelerinin en az iki yıllık çalışma olacak şekilde, değişik bitki türleri üzerinde ve farklı ekolojik koşullarda kurulması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca sonraki çalışmalarda, bakteri uygulamaları ile diğer organik gübrelerin (ahır, solucan vd.) kombinasyonunun denenmesinin bu bakterilerin potansiyelinin ortaya çıkarılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abbasi, M.K., Sharif, S., Kazmi, M., Sultan, T., Aslam, M., 2011. Isolation of plant growth promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on improving growth, yield and nutrient uptake of plants. *Plant Biosystems*, 145 (1), 159-168.
- Adam, A., Arabi, M. I. E., Idris, I., Al-Shehadah, E., 2017. Effect of several rhizobacteria strains on barley resistance against *Pyrenophora graminea* under field conditions, *Hellenic Plant Protection Journal*, 10 (1), 35-45.
- Afzal, A., Bano A., 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum*), *Int J Agric Biol*, 10 (1), 85-88.
- Al-Ani, R. A., Adhab, M. A., El-Muadhidi, M. A., Al-Fahad, M. A., 2011. Induced systemic resistance and promotion of wheat and barley plants growth by biotic and non-biotic agents against barley yellow dwarf virus. *African Journal of Biotechnology*, 10 (56), 12078-12084.
- Almaghrabi, O. A., Abdelmoneim, T. S., Albishri, H. M., Moussa, T. A. 2014. Enhancement of Maize Growth Using Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Under Laboratory Conditions, *Life Sci J*, 11 (11), 764-772.
- Alvarez, M.I., Sueldo, R.J., Barassi, C.A., 1996. Effect of *Azospirillum* on coleoptile growth in wheat seedlings under water stress. *Cereal Res Commun*, 24, 101–107.
- Andrews, J.H., Harris, R.F., 2000. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces, *Annu Rev Phytopathol*, 38, 145–180.
- Anonim, 2016. Türkiye'nin Buğday Atlası (TBA) WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye, Eylül 2016.
- Appanna, V., 2007. Efficacy of phosphate solubilizing bacteria isolated from vertisols on growth and yield parameters of sorghum. *Res J Microbiol*, 2, 550-559.
- Arruda, L., Beneduzi, A., Martins, A., Lisboa, B., Lopes, C., Bertolo, F., ... Vargas, L. K., 2013. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul State (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth, *Applied Soil Ecology*, 63, 15-22.
- Arshadullah, M., Hyder, S. I., Mahmood, I. A., Sultan, T., Naveed, S., 2017. Mitigation of salt stress in wheat plant (*Triticum aestivum*) by plant growth promoting rhizobacteria for ACC deaminase. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 4 (6), 41-46.
- Avivi, L., 1978. High grain protein content in wild tetraploid wheat, *Triticum dicoccoides* Korn. p. 372–380. In S. Ramanujam (ed.) Proc. Int. Wheat Genetic Symp., 5th., New Delhi, India. 23–28 Feb. 1987. *Indian Soc. Genet. and Plant Breeding, Indian Agric. Res. Inst.*, New Delhi, India.
- Avivi, L., 1979. Utilization of *Triticum dicoccoides* for the improvement of grain protein quantity and quality in cultivated wheats, *Monogr. Genet. Agrar.*, 4, 27–38.
- Avivi, L., Levy, A. A., Feldman, M., 1983. Studies on high protein durum wheat derived from crosses with the wild tetraploid wheat *Triticum turgidum* var. *dicoccoides*. p. 199– 204. In S. Sakamoto (ed.) Proc. Int. Wheat Genet. Symp., 6th, Kyoto, Japan.

- 28 Nov.–3 Dec. 1983. Plant Germ-Plasm Inst., Fac. Agric., Kyoto Univ., Kyoto, Japan.
- Aydeniz, A., 1992. Gübreleme Ekonomi İlişkileri, *II. Ulusal Gübre Kongresi Tebliğleri*, 30 Eylül-4 Ekim, 1991. 71-80 s, Ankara.
- Bangash, N., Khalid, A., Mahmood, T., Tariq Siddique, M., 2013. Screening Rhizobacteria containing ACC-Deaminase for growth promoting of wheat under water stress. *Pak. J. Bot.*, 45, 91-96.
- Barazani, O., Friedman, J., 1999. Is IAA major root growth factor secreted from plant-growth mediating bacteria. *Journal of Chemical Ecology.*, 25(10), 2397- 2406.
- Bhattacharyya, P.N., Jha, D.K., 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28 (4), 1327–1350.
- Bhatia, S., Dubey, R.C., Maheshwari, D.K., 2005. Enhancement of plant growth and suppression of collar rot of sunflower caused by *Sclerotium rolfsii* through fluorescent *Pseudomonas*. *Indian Phytopathol*, 58, 17–24.
- Bhattarai, T., Hess, D., 1993. Yield responses of nepalese spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to inoculation with *Azospirillum* Spp. of nepalese origin. *Plant and Soil*. Volume 151, Number 1, 67-76.
- Behera, U. K., Rautaray, S. C., 2010. Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on productivity and quality parameters of durum wheat (*Triticum turgidum*) on a vertisol of central india. *Archives of Agronomy and Soil Science* Vol. 56, No. 1, February 2010, 65–72.
- Belimov, A.A., Safronova, V.I., Sergeyeva, T.A., Egorova, T.N., Matveyeva, V.A., Stepanok, V.V., Tsyganov, V.E., Borisov, A.Y., Kluge, C., Preisfeld, A., Dietz, K.J., Tikhonovich, I.A., 2001. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria isolated from polluted soils and containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. *Can J Microbiol*, 47, 642–652.
- Berendsen, R.L., Pieterse, C.M.J., Bakker, P.A.H.M., 2012. The rhizosphere microbiome and plant health, *Trends Plant Sci*, 17, 478–486.
- Burkhanova, G.F., Veselova, S.V., Sorokan, A.V., Blagova, D.K., Nuzhnaya, T.V., Maksimov, I.V., 2017. Strains of *Bacillus* sp. regulate wheat resistance to *Septoria nodorum* Berk. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 53 (3), 346–352.
- Cardinale, M., Ratering, S., Suarez, C., Montoya, A. M. Z., Geissler-Plaum, R., Schnell, S., 2015. Paradox of plant growth promotion potential of rhizobacteria and their actual promotion effect on growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salt stress, *Microbiological research*, 181, 22-32.
- Cardoso, E.J.B.N., Freitas, S.S., 1992. A rizosfera. In: Cardoso EJB, Tsai SM, Neves PCP (eds) *Microbiologia do solo. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo*, Campinas, pp 41–57.
- Christian, D., Tanja, W., Folkard, A., 2009. Plant–rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions, *Plant Cell Environ*, 32, 1682–1694.
- Clarck DS. 1965. Method for estimating the bacterial population on surfaces. *Can J Microbiol*, 22, p.374.

- Çakmakçı, R., Dönmez, M. F., Canbolat, M., Şahin 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., 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 (6), 1482-1487.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan Ü., Dönmez, M. F., 2007. 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.
- Çığ, F., 2011. Mikrobiyolojik ve inorganik gübrelemenin bazı arpa (*Hordeum vulgare* l.) çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili karakterlere etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, Yüzüncüyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dal Cortivo, C., Barion, G., Visioli, G., Mattarozzi, M., Mosca, G., Vamerali, T., 2017. Increased root growth and nitrogen accumulation in common wheat following PGPR inoculation: Assessment of plant-microbe interactions by ESEM. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 247, 396-408.
- Darmwal, N.S., Gaur, A.C., 1988. Associative effect of cellulolytic fungi and *Azospirillum lipoferum* on yield and nitrogen uptake by wheat. *Plant and Soil*, 107, 211-218.
- Das, A. C., Saha, D., 2005. Non-symbiotic nitrogen-fixing bacteria influencing mineral and hydrolysable organic nitrogen in rhizosphere soils of rice (*Oryza sativa*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 75 (5):265-9.
- Das, A.J., Kumar, M., Kumar, R., 2013. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): an alternative of chemical fertilizer for sustainable, environment friendly agriculture, *Res J Agric Forest Sci*, 1, 21-23.
- Davidson, D.T., Chevalier, P.M., 1990. Preanthesis tiler mortality in spring wheat. *Crop Science*. 30, 832-836.
- De Salamone, I.E.G., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants, *Can J Microbiol*, 47, 404-411.
- Dennis, P.G., Miller, A.J., Hirsch, P.R., 2010. Are root exudates more important than other sources of rhizodeposits in structuring rhizosphere bacterial communities? *FEMS Microbiol Ecol*, 72, 313-327
- de Souza, Rocheli., 2013. The effect of plant growth-promoting rhizobacteria on the growth of rice (*Oryza sativa* L.) cropped in southern Brazilian fields, *Plant and soil*, 366 (1-2), 585-603.
- Dokuyucu, T., Akkaya, A., Kırtok, Y., 1997. Bakteri aşılmasının (*Azospirillum brasiliense* Sp246) ekmeclik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi Gemini'nin verim unsurları üzerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül 1997, Samsun, 56-60.
- ĐorĐević, S., Stanojević, D., Pantić, V., Šimić, B., 2015. Growth promotion of maize (*Zea mays* L.) seedlings by bacterial auxin, in vitro. In *50th Croatian & 10th*

International Symposium on Agriculture, 16-20 February 2015, Opatija, Croatia. Proceedings (pp. 230-234). University of Zagreb, Faculty of Agriculture.

- dos Santos, C. L. R., Alves, G. C., de Matos Macedo, A. V., Giori, F. G., Pereira, W., Urquiaga, S., Reis, V. M., 2017. Contribution of a mixed inoculant containing strains of *Burkholderia* sp. and *Herbaspirillum* sp. to the growth of three sorghum genotypes under increased nitrogen fertilization levels, *Applied Soil Ecology*, 113, 96-106.
- Dowling, D.N., Doty, S.L., 2009. Improving phytoremediation through biotechnology. *Curr Opin Biotechnol* 20, 204–206.
- Durán, P., Acuña, J. J., Jorquera, M. A., Azcón, R., Paredes, C., Rengel, Z., de la Luz Mora, M., 2014. Endophytic bacteria from selenium-supplemented wheat plants could be useful for plant-growth promotion, biofortification and *Gaeumannomyces graminis* biocontrol in wheat production, *Biology and fertility of soils*, 50 (6), 983-990.
- Egamberdieva, D., 2009. Alleviation of salt stress by plant growth regulators and IAA producing bacteria in wheat, *Acta Physiologiae Plantarum*, 31 (4), 861-864.
- Elçi, Ş., Kolsarıcı, Ö., Geçit, H., 1994. Tarla Bitkileri (2. Baskı), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- El Habil-Addas, F., Aarab, S., Rfaki, A., Laglaoui, A., Bakkali, M., Arakrak, A., 2017. Screening of phosphate solubilizing bacterial isolates for improving growth of wheat, *Screening*, 2(6).
- Fang, R., Lin, J., Yao, S., Wang, Y., Wang, J., Zhou, C., Xiao, M., 2013. Promotion of plant growth, biological control and induced systemic resistance in maize by *Pseudomonas aurantiaca* JD37. *Annals of Microbiology*, 63(3), 1177-1185.
- Figueiredo, M.V.B., Burity, H.A., Martinez, C.R., Chanway, C.P., 2008. Alleviation of drought stress in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by co-inoculation with *Paenibacillus polymyxa* and *Rhizobium tropici*, *Appl Soil Ecol*, 40,182–188.
- Friesen, M.L., Porter, S.S., Stark, S.C., Wettberg, E.J., Sachs, J.L., Martinez-Romero, E., 2011. Microbially mediated plant functional traits, *Annu Rev Ecol Evol Syst*, 42, 23–46.
- Frindlender, M., Inbar, J., Chet, I., 1993. Biological control of soil-borne plant pathogens by a β -1,3-glucanase producing *Pseudomonas cepacia*, *Soil Biol Biochem*, 25, 1211–1221.
- Gerhardt, K.E., Huang, X.D., Glick, B.R., Greenberg, B.M., 2009. Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: potential and challenges, *Plant Sci*, 176, 20–30.
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free living bacteria, *Can J Microbiol*, 41, 109–117.
- Glick, B.R., Karaturovic, D.M., Newell, P.C., 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting *Pseudomonads*, *Can J Microbiol*, 41, 533–536.
- Glick, B.R., 2010. Using soil bacteria to facilitate phytoremediation, *Biotechnol Adv*, 28, 367–374.

- Godino, A., Principe, A., Fischer, S., 2016. A ptsP deficiency in PGPR *Pseudomonas fluorescens* SF39a affects bacteriocin production and bacterial fitness in the wheat rhizosphere, *Research in microbiology*, 167 (3), 178-189.
- Gonzalez, A.J., Larraburu, E.E., Llorente, B.E., 2015. Azospirillum brasilense increased salt tolerance of jojoba during in vitro rooting. *Indian Crop Prod.*, 76, 41–48.
- Goswami, D., Thakker, J.N., Dhandhukia, P.C., 2016. Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review, *Cog. Food Agri.*, 2, 11275.
- Gustafson, P., Raskina, O., Ma, X., Nevo, E., 2009. Wheat Science and Trade, Carver Brett F. *Wiley-Blackwell*. ISBN: 978-0-813-82024-8, Iowa, 5-67.
- Güven, Ş., 2016. Türkiye’de Gübre Kullanım Durumu ve Gübreleme Konusunda Yaşanan Problemler, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, Web: <http://journal.tarekoder.org>.
- Hussain, M. B., Zahir, Z. A., Asghar, H. N., Mubaraka, R., Naveed, M., 2016a. Efficacy of rhizobia for improving photosynthesis, productivity and mineral nutrition of maize, *CLEAN – Soil, Air, Water*, 44, 1564-1571.
- Hussain, M., Asgher, Z., Tahir, M., Ijaz, M., Shahid, M., Ali, H., Sattar, A., 2016b. Bacteria in combination with fertilizers improve growth, productivity and net returns of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(3).
- Hussain, S., M.B., Hussain, A., Gulzar, M., Zaar-ul-Hye, M., Aon, M., Qaswar, M., Rizwan., 2017. Time of zinc and phosphorus applications to maize is depended on nutrient-nutrient and nutrient-inoculation interactions, *Soil Science and Plant Nutrition*.
- Hoseney, R.C.. 1986. Principles of Cereal Science and Technology, American Association of Cereal Chemists. *Ins. St. Paul Minnesota*, Cereal Chem. 37, 9-18.
- Jarak, M., Mrkovački, N., Bjelić, D., Joscaron, D., Hajnal-Jafari, T., Stamenov, D., 2012. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on maize in greenhouse and field trial. *African Journal of Microbiology Research*, 6(27), 5683-5690.
- Ji, S. H., Mayank, A. G., Se-Chul C., 2014. Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic diazotrophic bacteria from Korean rice cultivars, *Microbiological research*, 169 (1), 83-98.
- Inwati, D. K., Yadav, J., Yadav, J.S., 2018. Effect of Different Levels, Sources and Methods of Application of Nitrogen on Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.), 7 (2), 2398–2407.
- Kader, M. A., Mian, M. H., Hoque, M. S., 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat, *J. Biol. Sci*, 2, 259-261.
- Kamran, S., Shahid, I., Baig, D. N., Rizwan, M., Malik, K. A., Mehnaz, S., 2017. Contribution of zinc solubilizing bacteria in growth promotion and zinc content of wheat. *Frontiers in Microbiology*, 8(DEC).
- Kaymak, H.C., 2011. Potential of PGPR in agricultural innovations, In: Maheshwari DK (ed) Plant growth and health promoting bacteria, vol 18, Microbiology monographs. *Springer*, Berlin, pp 45–79.

- Kennedy, A.C., 1998. The rhizosphere and spermosphere, In: Sylvia DM, Fuhrmann JJ, Hartel PG, Zuberer DA (eds) Principles and Applications of soil microbiology. Prentice Hall, *Upper Saddle River*, NJ, pp 389–407.
- Kloepper, J.W., Gutierrez-Estrada, A., McInroy, J.A., 2007. Photoperiod regulates elicitation of growth promotion but not induced resistance by plant growth-promoting rhizobacteria, *Can J Microbiol*, 53, 159–167.
- Kuan, K. B., Othman, R., Rahim, K. A., Shamsuddin, Z. H., 2016. Plant growth-promoting rhizobacteria inoculation to enhance vegetative growth, nitrogen fixation and nitrogen remobilisation of maize under greenhouse conditions. *PLoS One*, 11(3), e0152478.
- 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), 465-468.
- Kumar, A., Maurya, B. R., Raghuwanshi, R., 2014. Isolation and characterization of PGPR and their effect on growth, yield and nutrient content in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3 (4): 121-128.
- Laloo, B., Rai, P. K., Ramteke, P.W., 2017. Effect of PGPR on Improving the Germination of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under pH Stress Condition, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(12), 4294-4302.
- Levy, A.A., Feldman, M., 1987. Increase in grain protein percentage in high-yielding common wheat breeding lines by genes from wild tetraploid wheat. *Euphytica*, 36,353–359.
- Mahmood, A., Turgay, O. C., Farooq, M., Hayat, R., 2016. Seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria: a review, *FEMS microbiology ecology*, 92(8).
- Mantelin, S., Touraine, B., 2004. Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on root development and nitrate uptake, *J Exp Bot*, 55, 27–34.
- Meena, P., Rai, A., 2017. Effect of PGPR on morphological properties of different varieties of wheat (*Triticum aestivum*), *The Pharma Innovation*, 6 (7), 271–277.
- McCarty, S., Chauhan, D., McCartney, A., Tripathi, K., Selvan, T., Dubey, S., 2017. Effect of Azotobacter and Phosphobacteria on Yield of Wheat (*Triticum aestivum*), *Vegetos- An International Journal of Plant Research*, 30 (2), 13.
- Mehnaz, S., Mirza, M.S., Haurat, J., Bally, R., Normand, P., Bano, A., Malik, K.A., 2001. Isolation and 16S rRNA sequence analysis of the beneficial bacteria from the rhizosphere of rice, *Can. J. Microbiol*, 47, 110–117.
- Mehnaz, S., Baig, D.N., Lazarovits, G., 2010. Genetic and phenotypic diversity of plant growth promoting rhizobacteria isolated from sugarcane plants growing in Pakistan, *J. Microbiol. Biotechnol*, 20, 1614–1623.
- Millet, E., Feldman, M., 1984. Yield response of a common spring wheat cultivar to inoculation with *Azospirillum brasilense* at various levels of nitrogen fertilization. *Plant and Soil*. 80:2, 255-259.
- Milton, H.S.J., 2007. Beneficial bacteria and bioremediation, *Water Air Soil Pollut*, 184, 1–3.

- Montesinos, E., 2003. Plant-associated microorganisms: a view from the scope of microbiology, *Int Microbiol*, 6, 221–223.
- Morrison, W.R., 1988. Lipids. p373–439. In Y. Pomeranz (ed.) *Wheat chemistry and technology*. AACCC, Washington, DC.
- Mukhtar, S., Shahid, I., Mehnaz, S., Malik, K.A., 2017. Assessment of two carrier materials for phosphate solubilizing biofertilizers and their effect on growth of wheat (*Triticum aestivum* L.), *Microbiological Research*, 205, 107–117.
- Müller, T., Behrendt, U., Ruppel, S., von der Waydrink, G., & Müller, M. E., 2016. Fluorescent pseudomonads in the phyllosphere of wheat: Potential antagonists against fungal phytopathogens, *Current microbiology*, 72 (4), 383-389.
- Naeem, M., Aslam, Z., Khaliq, A., Ahmed, J. N., Nawaz, A., Hussain, M., 2018. Plant growth promoting rhizobacteria reduce aphid population and enhance the productivity of bread wheat, *Brazilian Journal of Microbiology*, 6–11.
- 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.
- Naseem, H., Bano, A., 2014. Role of plant growth-promoting rhizobacteria and their exopolysaccharide in drought tolerance of maize, *Journal of Plant Interactions* 9 (1), 689-701.
- Naveed, M., Zahir, Z. A., Khalid, M., Asghar, H. N., Akhtar, M. J., Arshad, M., 2008. Rhizobacteria containing ACC-deaminase for improving growth and yield of wheat under fertilized conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1231-1241.
- Naveed, M., M.A., Qureshi, Z.A., Zahir, M.B., Hussain, A., Sessitsch, B., Mitter. 2014a. L-Tryptophan dependent biosynthesis of indole-3-acetic acid (IAA) improves plant growth promotion and colonization of maize by *Burkholderia phytofirmans* PsJN, *Annals of Microbiology* 65, 1381-1389.
- Naveed, M., M.B., Hussain, Z.A., Zahir, B., Mitter, A., Sessitsch. 2014b. Drought stress amelioration in wheat through inoculation with *Burkholderia phytofirmans* strain PsJN, *Plant Growth Regulation*, 73, 121-131.
- Nesbitt, M. Samuel, D., 1996. From Staple Crop to Extinction? The Archaeology and History of the Hulled Wheats. *Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats*, 21, 41-100.
- Nevo, E., Grama, A., Beiles, A., Golenberg, E. M., 1986. Resources of high-protein genotypes in wild wheat, *Triticum dicoccoides* in Israel: Predictive method by ecology and allozyme markers, *Genetica*, 68, 215–227.
- Oral, B., Mustafa, E., Çakmakçı, R., 2006. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteri Aşılamalarının Buğday (*Triticum aestivum* L., Konya) VE Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Yapraklarında Bazı Antioksidant Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi XX. *Ulusal Kimya Kongresi*, Erciyes Üniversitesi, 4-8 Eylül, Kayseri.
- Öztürk, A., Çağlar, Ö., Şahin, 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.
- Patten, C.L., Glick, B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* and indole acetic acid in development of the host plant root system, *Appl Environ Microbiol*, 68, 3795–3801.

- Persello-Cartieaux, F., David, P., Sarrobert, C., Thibaud, M.C., Achousk, W., Robaglia, C., Nussaume, 2001. Utilization of mutants to analyze the interaction between *Arabidopsis thaliana* and its naturally root-associated *Pseudomonas*. *Planta*, 212, 190–198.
- Persello-Cartieaux, F., Nussaume, L., Robaglia, C., 2003. Tales from the underground: molecular plant-rhizobacteria interactions, *Plant Cell Environ*, 26, 189–199.
- Poureidi, S., Yazdanpanah, M., Rokhzadi, A., Amri, M., Fayazi, H., 2015. Effect of plant growth promoting bacteria (*Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*), humic acid and nitrogen fertilizer on growth and yield of wheat. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci*, 4, 82-87.
- 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.
- Raj, S., Niranjana, N., Prasad, S.H., Shekar, S., 2004. Seed bio-priming with *Pseudomonas fluorescens* isolates enhances growth of pearl millet plants and induces resistance against downy mildew, *International Journal of Pest Management*, 50 (1), 41-48.
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V., Samiyappan, R., 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases, *Crop Prot*, 20, 1–11.
- Rana, A., Saharan, B., Joshi, M., Prasanna, R., Kumar, K., Nain, L., 2011. Identification of multi-trait PGPR isolates and evaluating their potential as inoculants for wheat. *Annals of microbiology*, 61(4), 893-900.
- Sachdev, D. P., Chaudhari, H. G., Kasture, V. M., Dhavale, D. D., Chopade, B. A., 2009. Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing *Klebsiella pneumoniae* strains from rhizosphere of wheat (*Triticum aestivum*) and their effect on plant growth.
- Sadeghi, A., Karimi, E., Dahaji, P. A., Javid, M. G., Dalvand, Y., Askari, H., 2012. Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of *Streptomyces* under saline soil conditions. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1503-1509.
- Salantur, A., 2003. Erzurum Pasinler Ovalarındaki Buğdaygil Bitkilerinin Yetiştirildiği Topraklardan İzole Edilen Asimbiyotik Bakteri Suşlarının Buğday ve Arpada Gelişme ve Verim Üzerine Etkileri (Doktora Tezi, Basılmamış). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Sekar, S., Kandavel, D., 2010. Interaction of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and endophytes with medicinal plants– new avenues for phytochemicals, *J Phytol*, 2, 91–100.
- Shahzad, S., Khan, M. Y., Zahir, Z. A., Asghar, H. N., Chaudhry, U. K., 2017. Comparative effectiveness of different carriers to improve the efficacy of bacterial consortium for enhancing wheat production under salt affected field conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 49, 1523-1530.
- Shakir, M.A., Bano, A., Arshad, M., 2012. Rhizosphere bacteria containing ACC-deaminase conferred drought tolerance in wheat grown under semi-arid climate. *Soil Environ*, 31 (1), 108-112.

- Singh, R., Prameela, J., Prabhat, N.J., 2015. The plant-growth-promoting bacterium *Klebsiella* sp. SBP-8 confers induced systemic tolerance in wheat (*Triticum aestivum*) under salt stress, *Journal of plant physiology*, 184, 57-67.
- Singh, R.P., Prabhat, N.J., 2016. Mitigation of salt stress in wheat plant (*Triticum aestivum*) by ACC deaminase bacterium *Enterobacter* sp. SBP-6 isolated from *Sorghum bicolor*, *Acta Physiologiae Plantarum*, 38 (5), 1-12.
- Singh, R.P., Jha, P.N., 2017. The PGPR *Stenotrophomonas maltophilia* SBP-9 augments resistance against biotic and abiotic stress in wheat plants, *Frontiers in Microbiology*, 8 (OCT).
- Sivasankari, B., Pradeep, J.S., 2016. Isolation of Plant Growth Promoting Bacterial Species from *Sorghum Bicolor* Rhizosphere Soil, *International Journal of Science and Research*, 2319-7064.
- Sood, G., Kaushal, R., Chauhan, A., Gupta, S., 2018. Indigenous plant-growth-promoting rhizobacteria and chemical fertilisers: Impact on wheat (*Triticum aestivum*) productivity and soil properties in North Western Himalayan region. *Crop and Pasture Science*, 69 (5), 460–468.
- Stajner, D., Gasaic, O., Matkovic, B., Varga, S.Z.I., 1995. Metolachlor effect on antioxidants enzyme activities and pigments content in seeds and young leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.), *Agr Med*, 125, 267–273.
- Stajner, D., Kevrean, S., Gasaic, O., Mimica-Dudic, N., Zongli, H., 1997. Nitrogen and *Azotobacter chroococcum* enhance oxidative stress tolerance in sugar beet, *Biol Plant*, 39, 441–445.
- Staley, T.E., Drahos, D.J., 1994. Marking soil bacteria with lacZY. p. 689-706. In R.W. Weaver, J.S. Angel and P.J. Bottomley (eds) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Microbiological and Biochemical Properties. Soil Science Society of America, Madison, WI.*
- Stewart, W.M.D., Dibb, W., Johnston, A.E., Smyth, T.J. 2005. The Contribution of Commercial Fertilizer Nutrients to Food Production, *Agronomy Journal*, 97 (1), 1-6.
- Suarez, C., Cardinale, M., Ratering, S., Steffens, D., Jung, S., Montoya, A. M. Z., ... Schnell, S., 2015. Plant growth-promoting effects of *Hartmannibacter diazotrophicus* on summer barley (*Hordeum vulgare* L.) under salt stress. *Applied Soil Ecology*, 95, 23-30.
- Sultana, U., Suseelendra, D., Gopal, R., 2016. Successful colonization of roots and Plant growth promotion of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) by seed treatment with *Pseudomonas putida* and *Azotobacter chroococcum*, *World*, 3 (1), 043-049.
- 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., Metin, T., 2014. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacter strain on wheat yield and quality parameters.
- Tahir, M., Khalid, U., Ijaz, M., Shah, G.M., Naeem, M.A., Shahid, M., Kareem, F., 2018. Combined application of bio-organic phosphate and phosphorus solubilizing

- bacteria (Bacillus strain MWT 14) improve the performance of bread wheat with low fertilizer input under an arid climate, *Brazilian Journal of Microbiology*, 1–10.
- Tosun, O., Genç, İ., Yurtman, N., 1971. Buğdayın Çimlenme ve Sürmesine Ticaret Gübrelerinin Etkileri. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 3-4, 283-299.
- Toumatia, O., 2016. Biocontrol and plant growth promoting properties of *Streptomyces mutabilis* strain IA1 isolated from a Saharan soil on wheat seedlings and visualization of its niches of colonization, *South African Journal of Botany*, 105, 234-239.
- Ünver, S., 1995. Buğdayda Tohum İriliğinin Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkisi, *Tarım Dergisi*, 1, 37.
- Vaid, S. K., Kumar, A., Sharma, A., Srivastava, P. C., Shukla, A. K., 2017. Role of Some Plant Growth Promotory Bacteria on Enhanced Fe Uptake of Wheat. *Communications in soil science and plant analysis*, 48(7), 756-768.
- Venkateswarlu, B., Desai, S., Prasad, Y.G., 2008. Agriculturally important microorganisms for stressed ecosystems: challenges in technology development and application, In: Khachatourians GG, Arora DK, Rajendran TP, Srivastava AK (eds) *Agriculturally important microorganisms*, *Academic World*, Bhopal, pp 225–246.
- Vishwakarma, D., Thakur, J. K., Gupta, S.C., 2017. Effect of Inoculation of PGPR Consortia on N Supply, *Growth and Grain Yield of Wheat Crop*, 6 (12), 2648–2654.
- Weller, D.M., Raaijmakers, J.M., Gardener, B.B.M., Thomashow, L.S., 2002. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. *Annu Rev Phytopathol*, 40, 309–348.
- Weyens, N., van der Lelie, D., Taghavi, S., Newman, L., Vangronsveld, J., 2009. Exploiting plant-microbe partnerships to improve biomass production and remediation, *Trends Biotechnol*, 27, 591–598.
- Yang, J., Kloepper, J.W., Ryu, C.M., 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress, *Trends Plant Sci*, 14, 1–4.
- Zabihi, H. R., Savaghebi, G. R., Khavazi, K., Ganjali, A., Miransari, M., 2011. Pseudomonas bacteria and phosphorous fertilization, affecting wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and P uptake under greenhouse and field conditions, *Acta physiologiae plantarum*, 33 (1), 145-152.
- Zafar-ul-Hye, M., Aslam, U., Muqaddas, B., Hussain, M.B., 2017. Connotation of *Enterobacter cloacae*-W6 and *Serratia ficaria*-W10 with or without carriers for improving growth, yield and nutrition of wheat, *Soil and Environment*, 36 (2), 182–189.
- Zaheer, A., Mirza, B.S., Mclean, J.E., Yasmin, S., Shah, T.M., Malik, K.A., Mirza, M.S., 2016. Association of plant growth-promoting *Serratia* spp. with the root nodules of chickpea, *Res. Microbiol*, 167, 510–520.
- Zahir, Z. A., Ghani, U., Naveed, M., Nadeem, S. M., Asghar, H. N., 2009. Comparative effectiveness of *Pseudomonas* and *Serratia* sp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt-stressed conditions. *Archives of microbiology*, 191(5), 415-424.

- Zhao, Y., Selvaraj, J. N., Xing, F., Zhou, L., Wang, Y., Song, H., ... Liu, Y., 2014. Antagonistic action of *Bacillus subtilis* strain SG6 on *Fusarium graminearum*. *PLoS one*, 9(3), e92486.
- Zhang, H., Sekiguchi, Y., Hanada, S., Hugenholtz, P., Kim, H., Kamagata, Y., Nakamura, K., 2003. *Gemmatimonas aurantiaca* gen. nov., sp. nov., a Gram-negative, aerobic, polyphosphate accumulating microorganism, the first cultured representative of the new bacterial phylum, *Gemmatimonadetes phyl. nov.* *Int J Syst Evol Microbiol*, 53, 1155–1163.
- Zohary, D., Hopf, M., 2000. Domestication of plants in the old world, 3rd ed. Clarendon Press, Oxford, UK.
- Url-1 < <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/OA> >, [Ziyaret Tarihi: 20/11/2016].
- Url-2 < <http://www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=40>>, [Ziyaret Tarihi: 17/03/2017].
- Url-3 < http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001>, [Ziyaret Tarihi: 18/03/2017].
- Url-4 <http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001>, [Ziyaret Tarihi: 10/05/2018].
- Url-5 <<http://uhk.org.tr/dosyalar/bugdayraporumayis2011.pdf>>, [11/05/2018].
- Url-6
<<https://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Bu%C4%9Fday%20Tar%C4%B1m%C4%B1.pdf>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-7
<<http://nationalfestivalofbreads.com/hints-and-happenings/2015/07/28/grain%E2%80%99s-anatomy-what-makes-a-kernel-of-wheat> >, [Ziyaret Tarihi: 27/05/2018].
- Url-8 <<http://www.tarimarsiv.com/wp-content/uploads/2017/04/10.pdf>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-9 <<https://www.topcropmanager.com/world-outlook/global-wheat-production-and-fertilizer-use-13030>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-10 <<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/a0787e/A0787E00.pdf>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-11 <<http://faostat.fao.org/beta/en/#data/OA> >, [Ziyaret Tarihi: 20/11/2016].
- Url-12 <<http://www.gubretas.com.tr/Files/FILES/Sunum-Subat-2015.pdf>>, [Ziyaret Tarihi: 05/12/2016].
- Url-13 <http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001>, [Ziyaret Tarihi: 06/04/2018].
- Url-14 <<https://www.persistencemarketresearch.com/mediarelease/organic-fertilizer-market.asp>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-15 <<http://www.tarimarsiv.com/wp-content/uploads/2017/04/10.pdf>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-16 <<https://arastirma.tarim.gov.tr/gaputaem/Belgeler/%C3%A7e%C5%9Fit%20belgeler/t%C3%BCrk%C3%A7e/makarna%C4%B1k%20bu%C4%9Fday/f%C4%B1rat%2093.pdf> >, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-17 <<https://arastirma.tarim.gov.tr/cukurovataem/Menu/25/Bugday-Cesitleri>>, [Ziyaret Tarihi: 11/05/2018].
- Url-18 <<https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=Am=SIIRT>>, [Ziyaret Tarihi: 25/05/2018].

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet SONKURT
Doğum Yeri ve Tarihi : Siverek / 05.10.1987
Tel. No : 0543 641 92 87
Email : sonkurt351@gmail.com

EĞİTİM

DERECE	ÜNİVERSİTE	ÖĞRENİM ALANI	ÖĞRENİM DÖNEMİ
Lisans	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Bitki Koruma (Yüksek Onur Öğrencisi Olarak Mezun)	2015
Lisans	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Tarla Bitkileri (Fakülte Birincisi Olarak Mezun)	2014
Lisans	Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi	İktisat	2011

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
09/01/2007 - 28/08/2009	GTHB Personel Genel Müdürlüğü	Memur
28/08/2009 - 11/06/2012	GTHB Personel Genel Müdürlüğü	V.H.K.İ.
11/06/2012 - 01/08/2015	GTHB Personel Genel Müdürlüğü	Ekonomist
01/08/2015 - 29/02/2016	GTHB Personel Genel Müdürlüğü	Mühendis
29/02/2016 – 18.01.2018	Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Araştırma Görevlisi
18/01/2018- (devam)	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu	Uzman

UZMANLIK ALANI:

C Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı Belgesi
Zirai İlaç Bayilik ve Toptancılık Belgesi
Bilgisayar İşletmenliği Sertifikası
İlkyardımcı Belgesi

YABANCI DİLLER:

YDS Puanı (2017) : 82,5
YÖKDİL Puanı (2017) : 87,5