

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

**ACC DEAMİNAZ (1- amin-cyclopropone -1-carboxylic acid deaminase)
AKTİVİTESİ GÖSTEREN BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİ
(PGPB) UYGULAMALARININ EKMEKLİK BUĞDAYDA (DİNÇ) GELİŞME,
VERİM VE VERİM ÖĞELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

**CEBRAİL ERBEYİ
(173110011)**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. FATİH ÇİĞ

**Eylül-2021
SİİRT**

TEZ KABUL VE ONAYI

Doç. Dr. Fatih ÇIĞ danışmanlığında, Cebrail ERBEYİ tarafından hazırlanan “ACC Deaminaz (1- amin-cyclopropone -1- carboxylic acid deaminase) Aktivitesi Gösteren Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri (PGPB) Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayda Gelişme, Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 07/09/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Çetin KARADEMİR

Danışman

Doç. Dr. Fatih ÇIĞ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kenan KARAGÖZ

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Fevzi HANSU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2019-SİÜFEB-011 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖN SÖZ

Buğday (*Triticum* sp.) bitkisi dünyada geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olması sebebiyle insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında en çok ekilen ve gıda olarak tüketilen tahıldır. İnsanoğlunun temel besin kaynağı olması; hızla artan nüfusun gıda güvenliğini sağlamak için buğday üretiminin artırılmasının yanı sıra insan beslenmesinde önemli bir besin kaynağı olması nedeniyle kalitesinin de artırılması önem arz etmektedir. Dünyada ve ülkemizde buğday yetiştiriciliğinde bitki beslemede kimyasal (inorganik) gübrelerin birim alandan daha fazla üretim özelliği sebebiyle tercih edilmektedir. İnsan sağlığını tehdit edici, çevre ve toprak üzerindeki olumsuz etkisi sebebiyle kimyasal gübrelerin yerini alabilecek insan sağlığı üzerine olumsuz bir etkisi olmayan, çevreye dost, toprak üzerine olumlu etkisi olan, sürdürülebilir ve daha ekonomik olan organik gübrelerin araştırılması ve kullanılması gerekmektedir. Organik gübre özelliğine sahip ve doğal yaşam üzerine olumlu etkisi olan Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin (PGPB) buğdayda verim ve kalitenin artırılmasında önemli bir alternatif gübre kaynağı olarak ülkemizde ilgili araştırmaların yapılması önem arz etmektedir.

Bu yönüyle tez konumun belirlenmesinde ve çalışmalarımda yaptığı katkılarından ötürü Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Fatih ÇİĞ'a teşekkür ederim. Arazi ve laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Arzu ÇİĞ'a, Sayın Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU'na, Araştırma Görevlisi Semih AÇIKBAŞ'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Mehmet SONKURT'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Mehmet EFE'ye, Yüksek Lisans eğitimine devam eden Ziraat Mühendisi Hakan DEMİR'e tezimin saha çalışmasında yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi Mahir MİKAİLOĞLU ve Fırat ÖZTOPRAK'a, lisans eğitimlerine devam eden Mehmet Görgeç ve Kadir GEZER'e, Tekniker Rıza ÇAKI'ya ve arazisini saha çalışmasında kullanıldırması suretiyle katkıda bulunan Sayın Celal ABA'ya teşekkür ederim.

Eğitim-Öğretim yaşamımda her zaman desteklerini esirgemeyen, sevgili aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

Cebrail ERBEYİ
SİİRT-2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	10
3. MATERYAL VE METOT.....	24
3.1. Materyal	24
3.1.1. Kullanılan bitki türü	24
3.1.2. Kullanılan bakteri strainleri	24
3.2. Metot	24
3.2.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri.....	24
3.2.2. Deneme deseni	26
3.2.3. Gübre uygulaması	27
3.2.4. Bakteri uygulaması	27
3.2.5. Ekim, bakım, hasat ve harman	29
3.2.6. Verilerin elde edilmesi	30
3.2.7. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
4.1. Bitki Boyu (cm)	33
4.2. Başak Boyu (cm).....	35
4.3. Kardeş Sayısı (adet)	36
4.4. Metrekarede Başak Sayısı (adet/m ²)	38
4.5. Başakta Başakçık Sayısı (adet/başak)	40
4.6. Başakta Tane Sayısı (adet/başak).....	42

4.7. Bin Tane Ağırlığı (gram)	44
4.8. Tane Verimi (kg/da).....	45
4.9. Biyolojik Verim (kg/da)	47
4.10. Hektolitre Ağırlığı (kg/100 l).....	49
4.11. On Başak Ağırlığı (gram)	51
4.12. Protein Oranı (%).....	52
4.13. Sedimantasyon Değeri (ml)	54
4.14. Yaş Gluten Oranı (%)	55
4.15. Hasat İndeksi (%).....	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
5.1. Sonuçlar	59
6. KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ.....	75

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. 2018 yılı dünya buğday ekim ve üretimi	1
Tablo 1.2. Türkiye ekmeklik ve makarnalık buğday üretim alanı ve miktarı.....	2
Tablo 1.3. 100 gram ekmekte bulunan besin maddeleri yaklaşık değerleri.....	3
Tablo 1.4. Türkiye ve AB Ülkeleri buğday ürünleri tüketim değerleri	3
Tablo 1.5. 2008-2018 yıllarına ait dünya gübre tüketim miktarı	24
Tablo 3.1. Mardin İlinin uzun yıllar ve 2019-2020 yıllarına ait ortalama iklim değerleri	26
Tablo 3.2. Deneme arazisi toprak analiz değerleri.....	26
Tablo 4.1. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları	34
Tablo 4.2. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bitki boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları .	34
Tablo 4.3. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başak boyuna ait varyans analizi sonuçları.....	36
Tablo 4.4. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başak boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	36
Tablo 4.5. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde kardeş sayısına ait varyans analizi sonuçları	38
Tablo 4.6. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde kardeş sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	39
Tablo 4.7. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	40
Tablo 4.8. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	41
Tablo 4.9. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	42
Tablo 4.10. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	43
Tablo 4.11. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları	44
Tablo 4.12. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	45
Tablo 4.13. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	46
Tablo 4.14. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	47
Tablo 4.15. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde tane verimine ait varyans analizi sonuçları.....	48
Tablo 4.16. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde tane verimine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	49
Tablo 4.17. Farklı bakteri suşları ile aşılanaan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde biyolojik verime ait varyans analizi sonuçları	50

Tablo 4.18. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde biyolojik verime ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	51
Tablo 4.19. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	52
Tablo 4.20. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	53
Tablo 4.21. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde on başak ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	54
Tablo 4.22. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde on başak ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	55
Tablo 4.23. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde protein değerine ait varyans analizi sonuçları	56
Tablo 4.24. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) protein değerine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	56
Tablo 4.25. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde sedimantasyon değerine ait varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 4.26. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde sedimantasyon değerine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	58
Tablo 4.27. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde gluten oranına ait varyans analizi sonuçları.....	59
Tablo 4.28. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde gluten oranına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları.....	60
Tablo 4.29. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları	61
Tablo 4.30. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşidinde hasat indeksine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Deneme alanının bulunduğu konumdan görüntüler	24
Şekil 3.2. Deneme deseni	26
Şekil 3.3. Bakterilerin laboratuvar ortamından görüntüleri.....	28
Şekil 3.4. Arazi parselasyonu ve ekim	26
Şekil 3.5. Parsellerden görüntüler.....	27
Şekil 4.1. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) bitki boyu değerleri.....	35
Şekil 4.2. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) başak boyu değerleri.....	37
Şekil 4.3. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) kardeş sayısı değerleri	39
Şekil 4.4. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) metrekaresindeki başak sayısı değerleri.....	41
Şekil 4.5. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) başakta başakçık sayısı değerleri...	43
Şekil 4.6. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) başakta tane sayısı değerleri	45
Şekil 4.7. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) bin tane ağırlığı değerleri.....	47
Şekil 4.8. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) tane verimi değerleri.....	49
Şekil 4.9. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) biyolojik verim değerleri	51
Şekil 4.10. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) hektolitre ağırlığı değerleri	53
Şekil 4.11. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) on başak ağırlığı değerleri	55
Şekil 4.12. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) protein değerleri.....	56
Şekil 4.13. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) sedimantasyon değerleri	58
Şekil 4.14. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) gluten oranı değerleri.....	60
Şekil 4.15. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) hasat indeksi değerleri	62

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
ACC	: 1-aminosiklopropan-karboksilat
AB	: Avrupa Birliği
BAKTERİ 1 (B1)	: <i>Bacillus megaterium</i> TV61C
BAKTERİ 2 (B2)	: <i>Pseudomonas agarici</i> TV24C
BAKTERİ 3 (B3)	: <i>Brevibacillus choshinensis</i> TV53D
BAKTERİ 4 (B4)	: <i>Arthrobacter globiformis</i> TV126C
BAKTERİ 5 (B5)	: <i>Serratia grimesii</i> TV62D
BDT	: Bağımsız Devlet Topluluğu
D.K.	: Değişim katsayısı
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
HCN	: Hidrosiyamik asit
IAA	: İndol asetik asit
K.O.	: Kareler ortalaması
Kob	: Koloni oluşturan bakteri
KONTROL 1 (K1)	: Aşısız ve gübresiz kontrol
KONTROL 2 (K2)	: Aşısız ve %50 gübreli kontrol
KONTROL 3 (K3)	: Aşısız ve %100 gübreli kontrol
K.T.	: Kareler toplamı
Öd	: Önemli değil
MIS	: Mikrobiyal tanılama sistemi
PGPB	: Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler
POX	: Peroksidaz
S.D	: Serbestlik derecesi
U.Y.O.	: Uzun yıllar ortalaması
TÜBİTAK:	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu kombinasyonu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
V.K.	: Varyasyon kaynakları

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

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ACC DEAMİNAZ (1- amin-cyclopropone -1-carboxylic acid deaminase) AKTİVİTESİ GÖSTEREN BİTKİ GELİŞİMİNİ TEŞVİK EDİCİ BAKTERİ (PGPB) UYGULAMALARININ EKMEKLİK BUĞDAYDA (DİNÇ) GELİŞME, VERİM VE VERİM ÖGELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

CEBRAİL ERBEYİ

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

Danışman : Doç. Dr. FATİH ÇİĞ

2021, 75+XIII Sayfa

Bu çalışma 2019-2020 yılında Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarlarında hazırlanan aşılı ekmeklik buğday tohumlarının, Mardin İli Artuklu İlçesi Çıplaktepe mahallesinde bulunan 108/8 nolu parselde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve 24 parsel olacak şekilde uygulanmıştır. Daha önceden tanısı yapılan *Bacillus megaterium* TV61C (azot bağlayıcı), *Pseudomonas agarici* TV24C (azot bağlayıcı), *Brevibacillus choshinensis* TV53D (azot bağlayıcı-fosfat çözücü), *Arthrobacter globiformis* TV126C (azot bağlayıcı) ve *Serretia grimesii* TV62D (azot bağlayıcı) bakterilerinin Dinç ekmeklik buğday çeşidinin gelişimi üzerine olan etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Yapılan testlerle bitki boyu (cm), başak boyu (cm), kardeş sayısı (adet), metrekarede başak sayısı (adet/m²), başakta başakçık sayısı (adet/başak), başakta tane sayısı (adet/başak), bin tane ağırlığı (gram), tane verimi (kg/da), biyolojik verim (kg/da), hektolitreye ağırlığı (kg/100 l), on başak ağırlığı (gram), protein (%), sedimantasyon (ml), yaş gluten (%) ve hasat indeksi (%) belirlenmiştir.

Yürütülen çalışmada; Dinç ekmeklik buğday çeşidinde yapılan uygulamalarla bitki boyunun 49,63-57,80 cm, başak boyunun 6,06-7,70 cm, kardeş sayısının 2,50-3,10 adet, metrekarede başak sayısının 59,66- 79,66 adet/m², başakta başakçık sayısının 13,86-17,23 adet/başak, başakta tane sayısının 16,56-47,23 adet/başak, bin tane ağırlığının 30,91-33,25 gram, tane veriminin 273,636-437,192 kg/da, biyolojik veriminin 837,2-1332,0 kg/da, hektolitreye ağırlığının 79,36-83,36 (kg/100 l), on başak ağırlığının 16,30-23,16 gram, protein (%) 13,10-14,16, sedimantasyonunun (ml) 49,06-58,23, yaş glutenin (%) 32,30-34,63 ve hasat indeksinin ise % 26,9506-34,6627 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak Dinç ekmeklik buğday çeşidinde tane verimi en düşük 273,636 kg/da ile *Brevibacillus choshinensis* TV53D (B3: azot bağlayıcı-fosfat çözücü) ile elde edilmiş olup, aşısız ve tam doz gübreleme uygulamasında tane verimi 373,450 kg/da olurken, en yüksek tane verimi 437,192 kg/da ile *Serretia grimesii* TV62D (B5: azot bağlayıcı) ile inokule edilmiş uygulamadan ve 397,711 kg/da ile *Bacillus megaterium* TV61C (B1: azot bağlayıcı) elde edildiği ve bu iki bakteri uygulamasının tane verimini önemli ölçüde arttırması sebebiyle mikrobiyal gübre materyali olarak kimyasal gübrelemeye alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: PGPB, buğday, verim, verim ögeleri, dinç ekmeklik buğday

ABSTRACT

MS THESIS

INFLUENCE OF PLANT DEVELOPMENT Stimulating Bacteria (PGPB) APPLICATIONS ON DEVELOPMENT, PRODUCTION AND PRODUCTION FACILITIES IN BREAD WHEAT (DINÇ)

CEBRAİL ERBEYİ

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

Supervisor : Doç. Dr. Fatih ÇIĞ

2021, 75+XIII Sayfa

His study was applied to the grafted bread wheat seeds prepared in Siirt University, Faculty of Agriculture, Field Crops Department Laboratories in 2019-2020, in the parcel no. 108/8 in Masrdin Artuklu District, Çıplaktepe neighborhood, according to the randomized blocks trial design with 3 replications and 24 parcels. *Bacillus megaterium* TV61C (nitrogen-fixing), *Pseudomonas agarici* TV24C (nitrogen-fixing), *Brevibacillus choshinensis* TV53D (nitrogen-fixing-phosphate-solving), *Arthrobacter globiformis* TV126C (nitrogen-fixing) and *Serretia grimesii* TV62D (nitrogen-fixing) bacteria for Dinç bread wheat it was aimed to determine the effects on the development of the cultivar. Plant height (cm), spike height (cm), number of siblings (piece), number of spikes per square meter (piece/m²), number of spikes per spike (piece/spike), number of grains per spike (piece/spike), weight of thousand grains (gram), grain yield (kg/da), biological yield (kg/da), hectoliter weight (kg/ 100 l), ten ear weight (gram), protein content (%), sedimentation (ml), wet gluten content (%) and harvest index (%) were determined.

In the study carried out; with the applications made in the Dinç bread wheat variety, the plant height is 49,63-57,80 cm, the ear length is 6,06-7,70 cm, the number of siblings is 2,50-3,10, the number of ears is 59,66-79,66 per square meter/m², the number of spikelets per spike is 13,86-17,23 pieces/spike, the number of grains per spike is 16,56-47,23 pieces/spike, the weight of a thousand grains is 30,91-33,25 grams the grain yield is 273,636-437,192 kg/da also, its biological yield is 837,2-1332,0 kg/da, its hectoliter weight is 79,36-83,36 (kg/100 l), its ten ear weight is 16,30-23,16 grams, protein content (%) 13,10-14,16, sedimentation (ml) 49,06-58,23, wet gluten ratio (%) 32,30-34,63 and harvest index (%) 26,9506-34,6627 changed between.

As a result, the lowest grain yield in Dinç bread wheat variety was 273,636 kg/da, with *Brevibacillus choshinensis* TV53D (B3: nitrogen-fixing-phosphate solvent). It is used as microbial fertilizer material since 437,192 kg/da inoculated with *Serretia grimesii* TV62D (B5: nitrogen fixer) and 397,711 kg/da *Bacillus megaterium* TV61C (B1: nitrogen fixer) were obtained and these two bacteria applications significantly increased the grain yield. It is thought to be an alternative to chemical fertilization.

Keywords: PGPB, wheat, yield, yield components, dinç bread wheat.

1. GİRİŞ

Buğday, 10-12 bin yıl önce Orta Doğu coğrafyasında sadece yetişen / yetiştirilen yabani karakterli bir bitki iken geçen bu zaman dilimi içerisinde tüm dünyaya yayılmış ve önemli bir kültür bitkisi olmuştur. Günümüzde dünya geneline yayılmış olan buğday tarımı FAO 2014 verilerine göre 140 tan fazla ülkede üretimi yapılmaktadır (Atak, 2017). Kültürü yapılan buğday ve onun yakın akraba türleri Poaceae (Graminea) familyası, Triticum cinsi içerisinde yer almaktadır. Triticum cinsi içerisinde yaklaşık 300 tür bulunmaktadır (Matsuoka, 2011).

Dünya nüfusu 2011 yılının sonlarına doğru 7 milyarı aşmış olup, nüfusun 2050 yılında 12 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Url-1). Artan dünya nüfusu ile beraber insanoğlunun beslenebilmesi için önemli bir gıda ürünü olan buğday ihtiyacı her geçen gün daha da önem kazanmaktadır.

2018-2019 buğday üretim sezonuna ait önemli bazı buğday üreticisi ülkelerin dünyadaki buğday üretim alanları, üretim miktarları ve dünya toplam üretim alanı ile miktarı aşağıda tabloda gösterilmiştir. Türkiye 7,3 milyon/ha üretim alanı ve 20 milyon/ton üretim miktarı ile önemli buğday üreticisi ülkeler arasında yer almaktadır (Tablo 1.1.).

Tablo 1.1. 2018 yılı dünya buğday ekim ve üretimi (Url-2)

ÜLKELER	EKİM ALANI (milyon ha)		ÜRETİM (milyon ton)	
	Ekiliş	Toplam İçindeki Payı (%)	Üretim	Toplam İçindeki Payı (%)
AB Ülkeleri (28)	25,5	12	137,7	19
BDT Ülkeleri	49,0	23	124,0	17
ÇİN	24,3	11	131,4	18
HİNDİSTAN	29,6	14	99,7	14
ABD	16,0	7	51,3	7
KANADA	9,9	5	32,2	4
AVUSTRALYA	10,2	5	17,3	2
PAKİSTAN	8,8	4	25,5	3
TÜRKİYE	7,3	3	20,0	3
DÜNYA	214,7	100	732,2	100

Türkiye’de bitkisel üretimin yapılabileceği 24,5 milyon hektarlık tarım alanı içerisinde yaklaşık yarısını tahıllar oluşturmaktadır. Tahıl alanlarının da yaklaşık %67’lik kısmında buğday yetiştirilmektedir. 2019 yılı TÜİK verilerine göre ekmeklik ve makarnalık buğday ekiliş alanı yaklaşık 6,85 milyon ha, üretimi 21 milyon ton ve verimi

ise dekara 306 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Toplam buğday ekim alanlarının yaklaşık %84'ünü ekmeklik buğday oluşturmaktadır (Tablo1.2.).

Tablo 1.2. Türkiye ekmeklik ve makarnalık buğday üretim alanı ve miktarı (Url-3)

YILLAR	EKMEKLİK BUĞDAY			MAKARNALIK BUĞDAY			TOPLAM		
	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (milyon ton)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (milyon ton)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (milyon ha)	Üretim (milyon ton)	Verim (kg/da)
2005	7,25	17,00	234	2,00	4,50	225	9,25	21,50	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	21,80	269
2012	6,33	16,80	265	1,19	3,30	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	3,30	257	7,91	19,00	240
2015	6,59	18,50	281	1,27	4,10	322	7,86	22,60	287
2016	6,43	16,98	264	1,23	3,62	292	7,67	20,60	269
2017	6,43	17,60	274	1,23	3,90	315	7,66	21,50	280
2018	6,97	16,50	271	1,22	3,50	291	8,19	20,00	244
2019	5,75	17,85	276	1,10	3,15	288	6,85	21,00	306

Tüm dünyada insan beslenmesindeki en temel gıda maddelerinden biri olmasının yanısıra; hayvan beslemedeki yeri hem ekonomik hem sosyal ve kültürel yönden öneme sahip stratejik bir ürün olması, tanesinin uygun besleme değeri taşıması, beslenme yönünden dengeli aminoasitler içermesi, taşınma, depolanma, işlenmesindeki kolaylıklar ve geniş adaptasyon sınırları nedeniyle birçok ülkede temel kalori kaynağı konumunda olan buğdayın ülkemiz coğrafyasında da önemi oldukça büyüktür. (Atak, 2017).

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 içerisine alan 'Bereketli 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, 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).

Buğday tanesinin %13,0-16,0'sı kabuktan, %2,5-3,5'i embriyodan, %83-85'i de endospermden meydana gelmektedir (Url-4). Buğdayda bulunan karbonhidratlar genellikle nişasta formunda, proteinler ise gluten ağırlıklıdır. Buğday yapısında bulunan

ve insan vücudu tarafından sentezlenmeyen sekiz aminoasidi ihtiva etmekle birlikte insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan tiamin (B1-vitamini), riboflavin (B2-vitamini), pantotenik asit (B3-vitamini), nikotonik asit (niasin) ve tokoferol (E vitamini) gibi vitaminlerin önemli kaynağıdır (Hoseney, 1986). Ülkemizde de buğday temel karbohidrat kaynağıdır ve evlerimize en çok ekmek olarak girmektedir. Ekmek çok önemli protein, vitamin, mineral, besinsel lif ve karbonhidrat kaynağıdır. Yağ ve kolesterol düzeyi düşüktür, sindirimi uzun sürer ve doyumluk hissi verir. (Url-5) 100 gram ekmekte bulunan besin maddelerinin yaklaşık oranları tabloda gösterilmektedir (Tablo 1.3).

Tablo 1.3. 100 gram ekmekte bulunan besin maddeleri yaklaşık değerleri (Url-6)

Protein (%)	Tiamin (%)	Niasin (%)	Riboflavin (%)	Demir (%)	Kalsiyum (%)	Enerji (%)
15	30	7	4	14	6	9

Dünyada gelişen 94 ülkede 4,5 milyar insanın protein ihtiyacının %20'si buğday ürünlerinden karşılanmaktadır. Türkiye, dünyada en fazla buğday ve buğday ürünü tüketen ülkelerden biridir (url-7). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) istatistiklerine göre, Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde kişi başına düşen yıllık buğday ürünü tüketimiyle ilgili veriler Tablo'da gösterilmektedir (Tablo 1.4).

Tablo 1.4. Türkiye ve AB Ülkeleri buğday ürünleri tüketim değerleri (Url-8)

Ülkeler	Kişi Başına Buğday Ürünleri Tüketimi (kg/yıl)	Toplam Kalori (kilokalori/gün)	Buğday Ürünlerinden Karşılanan Kalori (kilokalori/gün)	Buğday Ürünlerinin Toplam Kalorideki Oranı (%)
Türkiye	173,5	3.680	1.311	35,60
Avrupa Birliği Ülkeleri	102,9	3.416	772	22,60

Entansif tarım uygulamalarının içerisinde önemli bir yere sahip olan gübreleme; dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de tarımsal girdiler içerisinde makineleşme ile beraber önemli bir tarımsal girdi olmuştur. Türk tarım hayatında 1950lerde kullanılmaya başlayan kimyasal gübreler, 1970lerde yaygınlık kazanmaya başlamış ve başlangıçta tüketim 1 milyon ton civarında iken son yıllarda 5 milyon tonun altına düşmediği görülmektedir. (Güven, 2016)

IFA 2019 yılı verilerine göre 2008 yılı dünya toplam kimyasal gübre tüketimi (N+ P₂O₅ +K₂O) yaklaşık 149 milyon ton iken 2018 yılında yaklaşık 187 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 1.5).

Tablo 1.5. 2008- 2018 Yıllarına ait dünya gübre tüketim miktarı (milyon/ton) (Url-9)

YIL	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Azot (N)	92.535	99.457	99.555	104.665	105.751	107.813	104.872	106.197	106.621	105.839	103.704
Fosfor (P ₂ O ₅)	32.810	38.461	41.846	42.734	43.680	43.696	44.910	45.351	45.077	46.380	45.569
Potasyum (K ₂ O)	23.590	22.543	28.196	29.096	29.602	31.830	33.801	34.676	36.211	37.845	37.268
Toplam	148.935	160.461	169.597	176.495	179.033	183.339	183.583	186.224	187.909	190.064	186.541

FAO istatistiki verilerine göre 2022 yılında dünya toplam gübre talebi (N+ P₂O₅ +K₂O) yaklaşık 201 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (url-10). Toplam kimyasal gübrenin yaklaşık %15'i ise buğday tarımında kullanılmaktadır. En çok buğday üreten 10 ülkenin buğday tarımında kullandığı kimyasal gübre (N+ P₂O₅ +K₂O) miktarı yaklaşık 18 milyon ton iken (url-11) dünya buğday tarımında kimyasal gübre kullanımı dekara ortalama 11,6 kg olmuştur (url-12).

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'dan fazlasında gübre kullanılmıştır (Güven, 2016).

Türkiye'de 2017 yılında 6,3 milyon ton gübre tüketiminin en büyük kısmını sırasıyla %31 ile üre, %13 ile diamonyum fosfat, %13 ile 20-20-0 ve %11 ile de amonyum sülfat gübreleri oluşturmuştur. Türkiye bitki besin maddesi bakımından toplam NPK verileri incelendiğinde 2017 yılında %67 ile en fazla azot tüketilmiştir (url-13).

Dünya nüfusunun giderek artması, tarım topraklarının kentleşme ve sanayileşme tehdidi altında kalarak daralması, yaşam koşullarındaki artışlar, insan isteklerinin doyumsuzluğu tarım alanlarında giderek ciddi sorunlara sebep olmaktadır (url-14). Bu sorunlardan biri de bilinçsiz ve buna bağlı olarak etkin bir şekilde kullanılmayan, tarımsal verimde istenilen seviyede artışı sağlayamayıp, hatalı kullanımdan kaynaklı hem doğal hem beşerî çevreye birçok zarara sebep olan kimyasal gübre kullanımınıdır.

Artan dünya nüfusunun beslenme gereksinimini karşılayabilmek için birim alandan daha fazla verim alınabilecek yöntemlerden biri olan kimyasal ilaçlama ve gübreleme ile kısmen bir artış söz konusu olsa da nüfusun beslenme gereksinimlerini

karşılatabilecek seviyeye ulaşamamasının yanı sıra yedi milyarı aşan dünya nüfusunun karşı karşıya kaldığı en temel sorunlardan biri gıda güvenliği, sağlıklı ve aktif bir yaşam sürdürebilmek için herkesin her an ekonomik ve fiziki yeterli ve sağlıklı gıdaya ulaşabilmesinin çevreye dost yöntemlerle yapılması büyük önem arz etmektedir. (url-15).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) tahminlerine göre açlık, halen dünya çapında 1 milyar kişiyi, kötü beslenme ise 2 milyar kişiyi etkilemektedir. Bunların büyük bir çoğunluğunu çocuklar oluşturmaktadır. FAO'ya göre sadece yetersiz beslenme, verimlilik kaybı ve sağlık giderlerinden ötürü küresel ekonomiye her yıl yaklaşık 3,5 trilyon dolarlık (küresel GSYH'nin yaklaşık %5'i) bir yükbindirmektedir. Küresel nüfusun karşılaştığı sağlık problemleri incelendiğinde, bunların onda birinden fazlasının kötü beslenmeden kaynaklandığı görülmektedir (url-16).

Dünya'da kullanılan kimyasal gübrelerin kısa vadede verime olan etkisinin yanında uzun vadede bakıldığında yoğun olarak kullanılması; toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının bozulmasına, toprak tuzluluğunun artmasına, erozyona, ağır metallerin birikmesine, yer altı sularında nitrat kirliliğine, topraktaki canlı mikroorganizmaların zarar görmesine ve ayrıca insan sağlığı üzerine olan etkisi gibi zararları sebebiyle tarımda kullanılan kimyasal gübrelere olan ihtiyacın özellikle toprak yapısı ve insan sağlığının korunmasına yönelik farklı yöntemlerle bitki beslemenin yapılmasını kaçınılmaz kılmıştır.

Bitkiyi beslemenin kimyasal gübreleme dışında farklı bir besleme şekli de mikrobiyal, bitki, hayvan ve insan kaynaklı kalıntılar veya atıklardan oluşan organik gübrelere dir. Bu gübreleme şekli bitkileri doğal beslemenin yanısıra; çevreye dost, toprak ve insan sağlığının korunması, sürdürülebilir olması ve ekonomik açıdan kimyasal gübrelemeye göre oldukça büyük avantajlara sahiptir.

Bitkisel üretimde kimyasal gübrelerin üretim maliyetleri ve çevre sağlığını tehdit eden etkileri nedeniyle biyolojik gübrelere olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Tarımsal sürdürülebilirliğin desteklenmesi, doğal kaynakların-çevrenin korunması ve kalitesinin yükseltilmesi için kimyasal kullanımının azaltılması ve biyolojik gübre formülasyonlarında kullanılabilir yeni PGPBlerin belirlenmesine yönelik kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır (Tunç, 2017).

Moleküler tekniklerle yapılan çalışmalarda bir gram toprakta yaklaşık 4000 adet mikroorganizmanın olduğu belirlenmiştir. (Montesinos, 2003). Bu mikroorganizmalar 18. Yüzyılın sonlarında keşfedilmeleri ile beraber bitkisel üretimde kullanılmaya

başlanmıştır. (Mahmood ve ark., 2016). Bitkinin kökleri ve toprak arasında bulunan ve rizosfer denilen bölgenin mikroorganizma sayısı ve çeşitliliği oldukça yüksektir. Rizosfer, mikroorganizmaların bitki kökleri ve toprak bileşenleri üzerindeki etki bölgesi olması sebebiyle bitki gelişimi üzerine doğrudan etkili bir bölgedir. (Kennedy, 1998). Rizosfer, bitkiler ile mikroorganizmalar arasındaki etkileşimin yanı sıra, besin kaynağı ve çeşitli salgıların bulunduğu bölge olması sebebiyle de oldukça öneme sahiptir (Dennis ve ark., 2010; Friesen ve ark., 2011; Berendsen ve ark., 2012). Bu bölgede bitkilerin beslenmesi için gerekli olan besin elementlerinin (C, S, P ve N) biyokimyasal döngüsü fitohormonların ve antibiyotiklerin üretimi gibi olaylar gerçekleşmektedir (Cardoso ve Freitas, 1992). Rizosferde diğer mikroorganizmaların dışında yoğun miktarda bakteriler de bulunmaktadır.

Rizosferde bulunan en önemli ve bitki gelişimi üzerinde olumlu etkisi bulunan mikroorganizma gruplarından biri de bakterilerdir. Bu bakterilerin köklerde kolayca kolonize olması ve bitki gelişimini teşvik edici özellikleri sebebiyle buldukları rizosfer bölgesini önemli bir duruma getirmişlerdir. (Andrews ve Harris, 2000). Yapılan çalışmalarda rizosfer bölgesinde doğal ve serbest halde bulunan ve simbiyotik özellik gösteren bakterilerin genellikle *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Serratia*, *Bacillus*, *Xanthomonas*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Erwinia*, *Rhizobium* ve *Acinetobacter* grubu bakterileri olduğu ve bu bakteri gruplarına ait türlerin başarılı bir şekilde kolonize oldukları gözlenmiştir (Glick, 1995; Kaymak, 2011).

Bitki büyümesi ve gelişimi üzerine olumlu katkıda bulunan bakterilere bitki gelişimini teşvik edici bakteriler denilmektedir (Çakmakçı ve ark., 2006; Persello-Cartieaux ve ark., 2003). İngilizce’de ‘‘Plant Growth Promoting Bacteria’’ (PGPB) olarak adlandırılan bitkiler için yararlı olan bu bakterilere Türkçe’de ‘‘Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler’’ olarak adlandırılmaktadır.

Bitki gelişimini teşvik edici rizosferik bakteriler; genellikle bitki rizosferinde kolonize olan ve azot fiksasyonu, fosfat çözme kabiliyetleri yüksek olan (Bhattacharyya ve Jha, 2012), siderofor, hidrosiyamik asit (HCN) (Bhatia ve ark., 2005) sitokin, oksin, indol asetik asit, giberellik asit, litik enzim gibi (Frindlender ve ark., 1993; Kloepper ve ark., 2007; Persello-Cartieaux ve ark., 2001; Patten ve Glick, 2002; De Salamone ve ark., 2001) maddeleri salgılayan, bitkide sistemik dayanıklılığı teşvik edebilen, (Ramamoorthy ve ark., 2001; Weller ve ark., 2002) sekonder metabolitlerin bitkide salgılanmasına

katkıda bulunan (Sekar ve Kandavel, 2010) bitkilerde hastalığa sebep olan patojenlere karşı direnç kazanmasını sağlayan, ACC deaminaz ve çeşitli antioksidanları salgılayarak bitkinin su stresi gibi streslere karşı direnç kazanmasını sağlayan (Figueiredo ve ark., 2008; Belimov ve ark., 2001; Glick ve ark., 1995) bunların yanı sıra salgıladığı enzimlerle toprakta bulunan Zn, Fe Ca, Mn, Cu ve K elementlerinin alımını arttırarak (Mantelin ve Touraine, 2004; Goswami ve ark., 2016) bitki gelişimine olumlu katkılarda 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) ve tuzluluk (Weyens ve ark., 2009; Yang ve ark., 2009; Venkateswarlu ve ark., 2008) gibi abiyotik stres koşullarına karşı bitkinin direnç kazanmasına da katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Christian ve ark., 2009).

Bitki gelişimini teşvik edici bakteriler ağır metallerin toprakta yoğun ve zararlı olabilecek miktarlarda olduğu durumlarda *Bacillus*, *Pseudomonas* ve *Methanobacteria* gibi bakteri grupları aracılığıyla biyoremediasyon yöntemiyle topraktan uzaklaştırılmasında da etkili olabilmektedir (Milton, 2007). Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler çeşitli enzimler salgılayarak (pox, fosfataz vb.) toprak kirliliğine sebep olan maddeleri (pestisit, toksik metal) farklı formlara dönüştürerek bitkilerde zarara neden olmalarını engellemektedirler (Dowling ve Doty, 2009; Gerhardt ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2003).

Bitkilere herhangi bir toksik etkisi olmayan Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin (PGPB) genel faydaları şu şekilde özetlenebilir:

- Biyolojik azotu fikse eder.
- Toprakta bulunan fosfatı ayrıştırarak, alınabilir forma dönüştürür.
- Siderofor üretimi ile demirin bitkinin alabilirliğini ve taşınımını sağlar.
- Polisakkarit üreterek toprak agregasyonunu arttırır.
- Bazı iz elementlerin topraktaki yayılgılığını artırırlar.
- Hormon üreterek bitki gelişimini hızlandırır.
- Topraktaki pestisitleri ve toksik maddeleri parçalar.
- Organik maddeleri parçalayarak toprağı daha verimli hale getirirler.
- Antibiyotik, enzim ve toksin üreterek patojenleri kontrol ederler.
- Bitkilerde sistemik dayanıklılığı teşvik ederler.
- Vitamin üretimi.
- HCN üretimi.
- Toprak patojenlerini baskırlar.
- Kuraklık, tuzluluk, ağır metal gibi abiyotik stres faktörlerinden korurlar.
- Oksin, sitokin, giberillin ve etilen gibi bitkisel hormonları aktive eder.

Klebsiella, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azospirillum*, *Gluconacetobacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Arthrobacter*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Burkholderia* ve *Azoarcus* bakteri gruplarına ait bazı strainlerin önemli bitki gelişimini teşvik edici bakteriler olduğu, *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerinin en çok çalışılan PGPB bakterilerinden olduğu bildirilmiştir (Staley ve Drahos, 1994; Das ve ark., 2013; Naveed ve ark., 2014 a,b; Hussain ve ark., 2016; Hussain ve ark., 2017; Shahzad ve ark., 2017). Özellikle tahıl rizosferinden *Bacillus*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Burkholderia* ve *Pseudomonas* genusuna dahil birçok PGPB straini izole edilip tanılanma işlemleri tamamlanmıştır (Berendsen ve ark., 2012; Gonzalez ve ark., 2015; Zaheer ve ark., 2016).

Tarımsal üretimde kimyasal gübre kullanımının olumsuz etkisi göz önünde bulundurulduğunda dünya genelinde kimyasal gübre kullanımına alternatif özelliğe sahip organik gübre kullanımının araştırılması son zamanlarda hız kazansa da araştırmaların istenen seviyede olmadığı aşikârdır. Organik gübrelerin bir kolu olan Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteriler; kimyasal gübrelere alternatif olarak kullanılabilir doğal kaynaklardır. Bu mikrobiyal gübreler her anlamda sağlıklı bir tarım sisteminin yapı taşı özelliğindedir. Doğrudan veya dolaylı olarak bitki gelişimine katkıda bulunması sebebiyle bu bakterilerin araştırılması gerekmektedir.

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 çevre kirliliğini azaltacağı öngörülmektedir (Mehnaz ve ark., 2001).

Bu sebeplerden dolayı hem verimi arttırmanın hem de toprağı korumanın bir yolu olan PGPBlerin bitkiler üzerine etkisinin daha fazla araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan bu araştırmada buğdayda Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakteri uygulamasının bir ekmeklik buğday çeşidinin gelişimi, verim ve verim öğeleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Üstünlükleri sera ve tarla çalışmaları ile ıspatlanmış bakterilerin ülkemizde ve dünyada önemli bir gıda ürünü olan ekmeklik buğday üzerine etkisi yeterli düzeyde araştırılmamıştır. Ülkemizde Van Gölü havzasından izole edilen ve bitki

gelişimini teşvik edici bazı özellikleri bilinen beş farklı bakteri suşunun Dinç ekmeçlik buğday tohumu ile muamele edilmesi sonucu bu bakteri suşlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri incelenmiştir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dünyada insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan tahıl üretiminin artırılmasına yönelik çalışmalarla beraber bu alanda kullanılan mikrobiyal gübrelerin faydaları da dikkate alındığında Bitki Gelişimini Teşvik Edici Bakterilerin (PGPB) tahıl alanlarında kullanılması her geçen gün önem kazanmakta ve bunun üzerine araştırmalar yapılması hız kazanmaktadır.

Kader ve ark. (2002) tarafından sera koşullarında saksıdaki buğday bitkisinin verimi ve topraktaki azot alımı üzerine *Azotobacter* bakterisi uygulamasının etkisi araştırılmış ve sonuç olarak bakteri uygulamasının verimi %18, topraktan azot alımını da %36 oranında kontrole göre arttırdığını rapor etmiştir.

Oral ve ark. (2006) tarafından Erzurum'da domates bitkisi rizosferinden 1 adet (*Bacillus* OSU-142), ahududu bitkisi rizosferinden 3 adet (*Bacillus cereus* RC18, *Bacillus subtilis* RC11 ve *Paenibacillus polymyxa* RC14), biber bitkisi rizosferinden 1 adet (*Bacillus* M-13) ve buğday ile arpa bitkileri rizosferinden 4 adet (*Bacillus licheniformis* RC08, *Bacillus megaterium* RC07, *Pseudomonas putida* RC06 ve *Paenibacillus polymyxa* RC05) toplamda 9 adet tanımlanmış bakteri izolatları ile buğday ve ıspanak tohumları aşılansak sera koşullarında ve saksılarda gelişimleri sağlanmış ve 5 hafta sonra hasat edilen her bir bitkinin morfolojik özellikleri ve genç yapraklardan homojenat hazırlanarak enzim aktiviteleri test edilmiştir. Elde edilen homojenatın; 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 her iki bitki 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 tespit edildiği rapor edilmiştir.

Kanada'da Appanna (2007) tarafından sorgum bitkisinin gelişimi üzerine yürütülen çalışmada fosfat çözme kabiliyeti belirlenen 16 PGPB'nin etkileri incelenerek, serada bu bakteri izolatları ile muamele edilmiş bitkilerden PSBV-1 ile inokuleli olanının en yüksek fosfor içeriği ve tane verimine sahip olduğu, PSBV-2 ile muamele edilmiş

bitkilerin ise sürgündeki en yüksek sürgün uzunluğunu ve sürgün kuru maddesine sahip olduğunu belirtmiştir.

Egemberdieva (2007), Bu çalışmada saksılarda iki farklı toprak tipinin (besin değeri yüksek kumlu-tınlı ve besin değeri düşük kalkerli kalcisol toprak yapısı) buğday bitkisinde bakteri suşu olarak (*Pseudomonas alcaligenes* PsA15, *Bacillus polymyxa* BcP26 ve *Mycobacterium phlei* MbP18) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; besin eksikliği olan toprakta besleyici değeri yüksek olan toprağa göre mısırın azot, fosfor ve potasyum alımı üzerinde çok daha iyi bir uyarıcı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Egemberdieva (2008), tınlı topraklarda yetişen buğday ve bezelye bitkilerinden izole edilen rizobakterilerle (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Kocuria*, *Microbacterium* ve *Cellomonas* türleri) yaptığı saksı çalışmasında, inokule edilen bezelye ve buğdayın kontrol denemesi üzerine pozitif etkisi olmasının yanında, bakteri suşlarının bezelye nodül sayısında artışların gözlenmiş olduğu ve bu suşların sadece buğday köklerinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Pakistan İslamabad Üniversitesinde Afzal ve Bano (2008) tarafından yürütülen bir çalışmada, pirinç rizosferinden izole edilen fosfat çözücü bakteri (54RB-*Pseudomonas* sp.) ile Thal bölgesinden izole edilen azot fikse eden (Thal8-*Rhizobium leguminosarum*) bakteri suşlarının buğday gelişimi üzerine etkileri saksılarda ve sera koşullarında incelenmiş, bakteri uygulamalarının; tane verimi, tohum ve yaprak protein içeriği, kök ve gövde uzunluğu, başak uzunluğu kontrol saksılarına göre önemli ölçüde arttırdığı gözlemlenmiştir.

Gholami ve ark. (2009) saksı ortamında yaptıkları bir çalışmada bitki gelişimini teşvik edici bakteri suşları olarak (PGPB) *P. putida* R-168, *P. fluorescens* R-93, *P. fluorescens* DSM-50090, *P. putida* DSM-292, *A. Lipoterum* DSM-1691, *A. Brasilense* DSM-1690 kullanılarak, mısır bitkisinin çıkış, büyüme ve gelişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda mısır tohumuna bakteri aşılamanın çimlenmeyi ve canlılığını arttırdığını *A. Lipoferum* hariç diğer tüm bakteri suşlarının çimlenmeyi kontrollere göre en az %18,5 oranında arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca *Pseudomonas fluorescens* DSM-50090 suşunda 100 tohum ağırlığının kontrole göre %44 oranında arttırıldığı belirtilmiştir.

Sachdev ve ark. (2009) tarafından Hindistan Pune Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışmada buğday rizosferinden 9 adet *Klebisella* suşları izole edilmiş, bu izole edilen suşlardan 6 tanesinin in vitro koşullarda Indol Asetik Asit (IAA) üretimi ve tuzlu

koşullarda bitki gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca buğday bitkisinin aynı bakteri strainleri ile saksı çalışmasında kontrole göre kök uzunluğu ve sürgün yüksekliğini önemli ölçüde arttırdığı belirtilerek bu izolatların buğday rizosferinde kullanılmasının ümit verici olduğu belirtilmiştir.

Şahin ve ark. (2010) tarafından Tarım-92 arpa bitkisi çeşidi ile mineral gübre NP (40 mg N, 30 mg P kg toprak) ve yabancı buğday kök rizosferinden (*Bacillus megaterium*, *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus subtilis*, *Arthrobacter agilis*, *Bacillus atrophaeus*, *Brevibacillus choshinensis*, *Arthrobacter viscosus* ve *Pantoea agglomerans*) sedum bitkisi kök rizosferinden (*Bacillus pumilis* ve *Arthrobacter aureus*) ve yabancı allium kök rizosferinden (*Micrococcus leteus*) izole edilen 11 farklı bakteri suşu ile yaptıkları saksı çalışmasında PGPB uygulamalarının arpa bitkisinde erken gelişme döneminde gövde ağırlığı, bitki yüksekliği, kök uzunluğu ve toplam kök sayısını etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmanın sonucuna göre *Bacillus megaterium*, *Arthrobacter viscosus*, *Arthrobacter agilis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Bacillus pumilis* ve *Arthrobacter aureus* izolatlarının tarımda biyolojik gübre olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Zabihi ve ark. (2011) tarafından Krakow'da yürütülen bir çalışmada fosfat çözücü bakteri suşlarının (*Pseudomonas fluorescens* 153, *P. fluorescens* 169, *P. putida* 4, ve *P. putida* 108) 3 ayrı dozda fosforlu gübre uygulaması (0, 25 ve 50 kg/ha P₂O₅) ile birlikte kullanımının buğdayda gelişme, besin alımı (N, P, K) ve verim üzerindeki etkisi sera ve tarla koşullarında incelenmiştir. 3 tekerrürlü tamamen tesadüfi bloklar şeklinde kurulan denemede *P. putida* 108 straininin buğday fosfor alımının ve tahıl veriminin en yüksek olduğu bakteri suşu olduğu gözlemlenmiş ve ayrıca bu bakterilerin üçlü kombinasyonunun, 25 kg/ha (%50) oranındaki fosforlu gübreleme ile buğdayda optimum verimi sağladığı belirtilmiştir.

Rana ve ark. (2011) tarafından yapılan bir araştırmada buğday bitkisi rizosferinden elde edilen 100 bakteri izolatı, öncelikle bir tohum çimlendirme deneyinde taranmış ve bu tarama deneyinden sonra üstünlükleri ispatlanmış 10 bakteri izolatı (AW1-AW10) seçilmiştir. Bu seçilen izolatlar ile buğdaylar aşılansak in vitro ortamında IAA üretimi, siderofor, P çözünebilirliği, asetilen, antifungal aktivitesi ve ACC deaminaz aktiviteleri gibi PGPB özellikleri incelenmiştir. Buğday bitkisinin büyüme parametreleri arttırmada üç izolatın *Bacillus* sp. (AW-1), *Providencia* sp. (AW-5) ve *Brevundimonas diminuta* (AW-7) oldukça etkili olduğu gözlemlenmiş olup, AW-5 bakterisinin (*Providencia*

sp.) kontrol ve diğer strainlere göre en iyi çimlenme hızına ve oranına sahip olduğu rapor edilmiştir.

Bağdat Üniversitesi'nde Al-Ani ve ark. (2011) tarafından yürütülen çalışmada buğday ve arpada sarı cüceliğe sebep olan virüs etmenine karşı arpa bitkisi virüs bulaşmasında önce ve sonra iki kez *Pseudomonas fluorescence* ve *Azospirillum irakense* bakterileri bulaştırılmış ve bu bakterilerin hastalığı önemli ölçüde azalttığı *Pseudomonas fluorescence* bakterisinin *A. irakense* bakterisine göre daha etkin olduğu ve bunun yanında verimi arttırdığı da belirlenmiştir.

Abbasi ve ark. (2011) tarafından İslamabad'da buğday rizosferinden elde edilen 8 adet bakteri suşundan fosfat çözücü, azot bağlayıcı ve indol asetik asit üretme yeteneği test edilerek belirlenmiş olan 3 adet (WPR-32, WPR-42 ve WPR-51) bakteri bu çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. Sera koşullarında iki farklı azot seviyesinde (50 kg/ha ve 100 kg/ha) seçilen bu bakteri suşlarının değişik kombinasyonları buğday bitkisine inokule edilerek verim ve verim öğeleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda bitki boyunu %25, sürgün taze ağırlığını %45, sürgün kuru ağırlığını %86, kök uzunluğunu %27, taze kök ağırlığı %102 ve kuru kök ağırlığı %76 ve tane verimini %59 oranında aşılammış kontrollere göre arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu bakterilerle inokuleli bitkilerin aşılammış kontrollere ve %50 azotlu gübrelemeye kıyasla daha fazla tane verimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Shakir ve ark. (2012) Pakistan'ın yarı kurak bölgesi olan Pencap'taki buğday rizosferinden 30 bakteriyi izole ederek, PGPB aktivitesini kuraklık toleransının belirlenmesi için yarı kurak bölgede yetistirilen buğdaylarda etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda bitki ile inoküle edilen söz konusu PGPB'lerin yan kök sayısı oluşturmada, kök ve gövde uzunluğundaki artışın yanında bitkinin salgıladığı etilen seviyesinde azalma olduğunu belirterek bu bakterilerin kuraklık stresini azaltmada kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Sadeghi ve ark. (2012) İran Biyoteknoloji Enstitüsü'nde yürüttükleri bir çalışmada siderefor ve oksin üretme kabiliyeti tespit edilen *Streptomyces C* izolatının 160 Mm oranındaki tuz stresi altında buğday bitkisinin gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada toprağa uygulanan *Streptomyces C* izolatının sürgün uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı ve çimlenme oranının kontrole göre önemli miktarda arttırdığının yanı sıra bitkide yapılan analizler sonucu bitkinin demir ve mangan içeriğinde önemli miktarda artış olduğu gözlenmiştir.

Fang ve ark. (2013) Milan Üniversitesi'nde yürüttükleri bir çalışmada mısır rizosferinden izole edilen *Pseudomonas aurantiaca* (JD37) straininin kök bölgesinde kolonize olarak bitki gelişimine olumlu etkilerinin olduğunu ve bu bakterinin mısırdaki *Bipolaris maydis* etmeninin neden olduğu güney yaprak hastalığına da bitkide sistemik dayanıklılık etkisi yaparak hastalığı azalttığı belirtilmiştir.

Arruda ve ark. (2013) tarafından Brezilya'daki Rio Grande do Sul Eyaletinin beş farklı bölgesinde yetiştirilen mısırın köklerinden ve rizosfer toprağından 292 adet bakteri suşu izole edilmiş ve bu suşlardan indol asetik asit ve siderofor üretme yeteneğı ve fosfat çözme kabiliyeti yüksek olan 6 adet bakteri suşu seçilerek bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek miktarda IAA üretenin (130 g ml⁻¹) RG38 straini olduğu belirtilmiştir.

Bangash ve ark. (2013) yürüttükleri bir çalışmada Attock, Chakwal Rawalpindi, 'nin farklı bölgelerinde yetiştirilen buğday rizosferinden izole edilen ACC-deaminaz aktivitesine sahip bakterilerin buğday yetiştiriciliğı yapılan farklı su tutma kapasitesine sahip topraklarda kuraklık stresini azaltma etkisi üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Yürütülen çalışmada aşılınmamış kontrollere göre farklı su seviyelerinde (%60, 45, 30 ve 15 su tutma kapasitesi) *Serratia* ve *Aerococcus* cinsine ait suşların buğday bitkisinin büyümesi ve gelişmesinde en etkili suşlar olduğu ve ayrıca farklı sulama koşullarında, bakteri uygulamalarının bitki boyunu %80,2, kök uzunluğunu %54,6, kuru sürgün ağırlığını %95,4 ve kuru kök ağırlığını %54,2' ye kadar arttırdığı belirtilmiştir.

Duran ve ark. (2014) tarafından Şili'de selenyum gübrelemesi yapılmış buğday rizosferinden elde edilen bakterilerin etkileri üzerine yapılan çalışmada; bakterilerin siderefor, fosfat çözme ve oksin üretiminin dışında, *Gaeumannomyces graminis* (tahıllarda çökerten hastalığına neden olan mikroorganizma) karşı *Acinetobacter* sp. (strain E6.2) %100, *Bacillus* sp. (strain E8.1) %50, ve *Klebsiella* sp. (strains E5 ve E1) strainlerinin %30 oranında azalttığı belirtilmiştir.

Almaghrabi ve ark. (2014) tarafından Suudi Arabistan'da yürütülen bir çalışmada sera koşullarında 31 PGPB straininin mısırın gelişim ve gelişim öğeleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada IAA üreten 8 bakteri straininden en yüksek miktarda üreten strainlerin *P. putida*, *S. marcences* ve *P. fluorescens* bakterileri olduğu, bu strainlerin tohum çimlenmesini %13'e kadar arttırdığı ve bitki gelişimi üzerine önemli katkıları olduğu belirtilmiştir.

Zhao ve ark. (2014) tarafından Çin’de yürütülen bir çalışmada *B. subtilis* SG6 bakteri straininin tahıl alanlarında hastalığa sebep olan *Fusarium graminearum* fungal etmenine karşı etkisi incelenmiş, hastalık etmeninin sporulasyonunu %95,6 ve miselyum gelişimini ise %87,9 oranında azaltılmasının bakterinin ürettiği antibiyotikler (chitinase, fengycins ve surfactins) aracılığıyla olduğu belirtilmiştir.

Kumar ve ark. (2014) tarafından Hindistan’ın (Doğu Uttar Pradesh Bölgesi) kıraç alanlarında gelişen yabancı bitkilerden izole edilen bakterilerden (*Bacillus megaterium*, *Arthrobacter chlorophenolicus* ve *Enterobacter* sp.) *Enterobacter* sp. BHU5 sadece azot bağlayıcı özelliği olmasına rağmen, *Bacillus megaterium* BHU1 ve *Arthrobacter chlorophenolicus* BHU3 strainlerinin fosfat çözme ve azot bağlama yeteneği olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada bakterilerin üçlü kombinasyonunun kontrollere kıyasla saksı denemelerinde bitki boyu, tane verimi ve saman verimini sırasıyla (%17,5, 79,8 ve 78,6) iken, tarla denemelerinde ise bu oran sırasıyla (29,4, 27,5 ve 29,5) arttırdığı belirtilmiştir.

Poureidi ve ark. (2015) tarafından İran’da *Azosprillum*, *Azotobacter* ve *Pseudomonas* bakterileri (aşılı ve aşısız), hümik asit (B1:0 lt ve B2: 15lt/ha) ve azotlu gübreler (A1:0 kg, A2: 100 kg, A3: 200 kg ve A4: 300 kg) kullanılarak buğday bitkisinde yaptıkları çalışmada verim ve verim ögeleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda en fazla verimin 300 kg/ha üre gübresi ile bakteri uygulaması kombinasyonundan (kontrole göre %23,1 oranında daha fazla) elde edildiği (5551 kg/ha tane verimi) ve ayrıca ikili kombinasyonların (hümik asit+bakteri uygulaması, hümik asit+üre uygulaması, bakteri uygulaması+üre uygulaması) kontrollere göre verim ve verim ögeleri üzerine olumlu etkide bulunduğu belirtilmiştir.

Paradhan ve Mishra (2015) tarafından Sundarban bölgesinde bulunan çeltik bitkisi rizosferinden alınan toprak numuneleri plastik torbalarda ve 4°C’de saklanmış ve daha sonra bu toprak numunelerinden 10 adet bakteri izolatu izole edilmiştir. Bu bakteri izolatlarından 4 adet izolatu D28 (*Bacillus licheniformis*), D12 (*Bacillus tequilensis*), T1 (*Bacillus amyloliquefaciens*) ve T8 (*Bacillus cereus*) çeltik bitkisinde pikovskaya agar ortamında verim ve verim ögeleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda 4 bakteri izolatu bitkinin çimlenmesi üzerine olumlu yönde etki ettiği, en fazla kök uzunluğu (17,9 cm) ve sürgün uzunluğu (35,4 cm) D28 (*Bacillus licheniformis*) izolatu ile elde edildiği belirtilmiştir.

Cardinale ve ark. (2015) tarafından Almanya’da yürütülen çalışmada doğal olarak tuzlu bir çayırdaki yetişen *Hordeum secalinum* ve *Plantago winteri* rizosferinden izole

edilen 22 bakteri straininin arpa tohumlarının aşılansarak tuz stresi altında saksıdaki gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda hem indol asetik asit üretimi, hem fosfat çözme özelliği hem de kontrole kıyasla biyokütlesinde artış meydana gelen bakterinin *Curtobacterium flaccumfaciens* E108 olduğu belirlenmiştir.

Singh ve ark. (2015) tarafından Hindistan'ın Rajasthan çöl bölgesinde bulunan sorgum bitkisi rizosferinden izole edilen ve ACC deaminaz aktivitesi gösterdiği belirlenen *Klebsiella* sp. SBP-8 bakterisinin tuz (150-200 mM) ve sıcaklık (30-40°C) stresi altında buğday bitkisinin aşılansması ile kontrole göre klorofil içeriğinin ve bitki biyokütlesinin arttığı bildirilmiştir.

Kadıoğlu ve ark. (2016) tarafından Erzurum'da yürütölen bir çalışmada farklı ortamlarda bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerinin (PGPB) buğday ve mısır bitkisi gelişimindeki etkilerini belirlemek amacıyla; yetiştirme ortamı olarak ağırlık esasına göre farklı oranlarda ve karışımlarda pomza, perlit, torf ve toprak kullanılarak, azot bağlayıcı ve fosfor çözücü bakterilerle (*P. Agglomerans*, *P. Putida*, *B. Suptilis* ve *A. Agilis*) aşılansan mısır ve buğdayların kök ve gövde gelişimleri izlenmiş ve bazı ölçümler elde edildiğini belirtmişlerdir. Materyal/toprak karışımlarında toprak oranı arttığı zaman kuru kök ve gövde ağırlığının ve bitkilerde azot, fosfor ve potasyum içeriğinin arttığı, bakteri sayısının ise azaldığı tespit edilmiş, bakterilerden *P. Agglomerans* ve *A. Agilis* suşlarının daha etkin olduğu belirlendiği rapor edilmiştir. Sonuç olarak saf pomza materyalinin kuru kök ve gövde ağırlığı değerlerini, saf torf materyalinin ise bakteri sayısı değerlerini artırdığı materyal toprak karışımlarında toprak oranı arttığı zaman kuru kök ve gövde ağırlığı, bitki azot, fosfor ve potasyum değerlerinin arttığı, bakteri sayısı değerlerinin ise azaldığı belirtilmiştir.

Toumatia ve ark. (2016) tarafından Cezayir'in Sahra bölgesi topraklarından izole edilen *Streptomyces mutabilis* IA1 straininin buğday bitkisinin gelişimi ve tahıllarda hastalığa neden olan toprak kökenli *Fusarium culmorum* patojenine karşı etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda; bakteri ile inokule edilmiş buğdaylarda fitohormon (IAA ve GA3) üretme kabiliyeti gösterdiği, sürgün uzunluğunda %27'den fazla artış olduğu, ürettiği antibiyotikle hastalığın meydana gelmesini %64,7 oranında azalttığı bildirilmiştir.

Gökçe ve Kotan (2016) tarafından yapılan araştırmada; daha önceden yabani ve kültür bitkilerinin toprak altı ve toprak üstü aksamlarından izole edilen 25 türe ait 212 antagonistik özellik gösteren bakteri izolatından in vitro ortamında antifungal özelliğe

sahip, fosfat çözüme, azot fiksasyonu, hormon ve aminoasit üretimi bakımından üstünlükleri test edildikten sonra seçilen 39 bakteri izolatının sıvı formülasyonu kullanılarak buğdayda ciddi sorunlara sebep olan buğday kök çürüklüğü etmeni (*Bipolaris sorokiniana*) ile buğday kök çürüklüğü hastalığına orta hassas çeşit olan Mızrak buğday çeşidinin verim öğeleri üzerine etkileri saksı ortamında incelenmiştir. Çalışma sonucunda bitki boyu en yüksek (36,43 cm) *Bacillus pumilus* TV-3C uygulanmış saksıdaki bitkilerde, bitki yaprak ayasındaki en fazla artış (4,99 adete) *Bacillus megaterium* TV-91C uygulanmış saksıdaki bitkilerde, bitki yan kök sayısı en fazla (6,31 adet) *Bacillus megaterium* TV-56F uygulanmış saksıdaki bitkilerde ve hastalık şiddeti değerlendirildiğinde en düşük hastalık oranı %20,23 ile *Bacillus megaterium* TV-6D uygulanmış saksıdaki bitkilerde elde edildiği belirtilmiştir.

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 iki farklı mısır rizosferinden izole edilen birçok bakteri suşundan in vitro ortamında bitki büyümesini destekleme yetenekleri (azot fikse etme, fosfat çözüme, oksin üretme yetenekleri) kanıtlanarak seçilen 4 bakteri straininin (*Klebsiella* sp. Br1, *Klebsiella pneumoniae* Fr1, *Bacillus pumilus* S1r1 ve *Acinetobacter* sp. S3r2) ve bir adet referans suş olarak seçilen (*Bacillus subtilis* UPMB10) strainlerinin bitki gelişimi üzerine etkileri sera ortamında incelenmiştir. Mısır bitkisine inokule edilen bakterilerin, azaltılmış azot denemesinde (önerilen N miktarının üçte biri oranında) kontrollere göre bitki biyokütlesin, kök kuru ağırlığının, toplam azot içeriğinin arttığı ve mısır köklerinin endosferindeki bakteri kolonizasyonundan etkilendiği belirtilmiştir. Ayrıca *Bacillus pumilus* S1r1 bakteri suşunun çalışmada en iyi performansı gösterdiği belirtilmiştir.

Sezen ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Erzurum ve Kırşehir'de bulunan farklı yabancı bitkilerin rizosferinden izole edilen 180 adet bakteri suşundan nitrogen sabitleyici ve fosfat çözücü özellikleri tespit edilen 16 adet bakteri suşu karakterize edilerek seçilmiştir. Bu seçilen 16 adet bakteri suşunun aynı zamanda IAA ve ACC deaminaz üstünlükleri de analiz edildi. Bunlara sırasıyla AS1, AS2...AS16'ya kadar kodlar verilmiştir. Bu bakteri suşları ile buğdayda yapılan saksı denemesinde bitki gelişimi

açısından (sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve kuru ağırlık) diğerlerine üstünlük sağlayan 6 adet bakteri suşu (AS1: *Cellulomonas turbata*, AS3: *Pseudomonas putida*, AS4: *Bacillus cereus*, AS6: *Enterobacter cloacae*, AS8: *Bacillus megaterium* ve AS15: *Bacillus megaterium*) seçilerek tarla koşullarında buğdayda denenmiş ve AS8: *Bacillus megaterium* suşunun hem kontrole göre hemde diğer bakteri suşlarına göre buğdayda biyokütle, tane verimi ve protein içeriği açısından üstünlük sağladığı belirtilmiş ve bu suşun kimyasal gübreler yerine biyogübre olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Hussain ve ark. (2016) tarafından Pakistan'da yürütülen çalışmada PGPB'lerden *Pseudomonas* sp. LYT-1'in buğday bitki boyunu, klorofil içeriğini, başak uzunluğunu ve saman verimini önemli ölçüde arttırdığını *Bacillus* sp. MWT-14 uygulamasının ise gübre uygulaması (NP gübresi) ile beraber kullanılmasının 1000 dane ağırlığını önemli ölçüde arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca PGPB'lerin kimyasal gübre (NP) ile beraber kullanılmasının kimyasal gübre kullanımını %30 oranında azaltabileceğini belirtmişlerdir.

Müller ve ark. (2016) tarafından Newyork'ta buğday yapraklarından izole edilen Floresan *Pseudomonas* straininin (175 adet), buğdayda hastalık etmeni olan *Fusarium* ve *Alternaria* funguslarına karşı etkileri incelenmiş ve bu 175 strainden 40'ının bu hastalık etmenlerine karşı etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca antagonistik etki gösteren strainlerden 22'sinin *Alternaria* hastalığının yanında *Fusarium* hastalığına da etki ettiği tespit edilmiştir. Bu strainlerin biyolojik mücadelede doğal bitki koruma ürünü olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Singh ve ark. (2016) tarafından Krakow'da yürütülen bir çalışmada sorghum rizosferinden izole edilen, ACC deaminaz aktivitesi göstermesinin dışında fosfat çözünürlüğü, fitohormon üretimi ve nitrojen fiksasyonu kabiliyeti olan *Enterobacter* sp. SBP-6 straininin saksılardaki farklı tuz stres ortamlarında (150, 175, 200 mM NaCl) buğday gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiş ve çalışma sonucunda inokuleli bitkilerin kontrole göre % 42'ye kadar biyokütleyi, bitki klorofil içeriğinin % 41'e kadar ve potasyum alımını da % 31'e kadar arttırdığını belirtmiştir.

Godino ve ark. (2016) tarafından Arjantin'de yürütülen bir çalışmada buğday rizosferinden izole edilen ve *Pseudomonas fluorescens* SF39a olarak adlandırılan bakteri suşunun hastalık etmeni oluşturan *Pseudomonas* ve *Xanthomonas* genusuna ait fitopatojen bakterilere karşı engelleyici özelliği olduğu bildirilmiştir. Fitopatojen

bakterilerin etkinliğini azaltmasını kendi salgıladığı bakteriyosinler aracılığıyla yaptığı belirtilmiştir.

Laloo ve ark. (2017) tarafından Allahabad'ta 14 makarnalık buğday genotipi, 3 adet *Azotobacter* (3AAB1, 3AAB7 ve 3AAB8) ve 2 adet *Rhizobium* (RBA6 ve RBA8) bakteri suşu ile farklı pH stres koşulları altında çimlenme yüzdeleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda pH:5 stres koşulları altında SHIATS DW3 genotipinin çimlenme oranı %40 ve pH:6 stres koşulları altında çimlenme oranı %60 iken 3AAB1 bakteri suşu ile aşılansmış SHIATS DW3 genotipinde pH:5 stres koşulları altında çimlenme oranı %96 ve ve pH:6 stres koşulları altında çimlenme oranı %92 olduğu belirtilmiştir.

Vaid ve ark. (2017) tarafından Hindistan'da yürütülen çalışmada saksı şartlarında iki farklı buğday çeşidinde *Burkholderia* ve *Acinetobacter* türlerine ait 3 bakteri izolatının tek tek ve kombinasyonlar halinde demir alımına (Fe) etkisi incelenmiştir. Çalışmada 3 bakteri straininin kombinasyonunun demir alımını yüksek oranda arttırdığı, ayrıca bu izolatların tanede %34 ve sapta %52 oranında Fe içeriğini arttırdığı belirtilmiştir.

Dos Santos ve ark. (2017) tarafından sorgum bitkisinin sera koşullarında gelişimini incelemek üzere *Burkholderia kururiensis* (16 ve 109), *B. tropica* (PPE6) ve *Herbaspirillum seropedicae* (ZMS176) suşları kullanmışlardır. Araştırma sonucunda aşılansmış sorgum bitkisinin tane verimi kontrole göre %24, biyokütlesinin ise %13 arttırdığını ve bu bakterilerin kullanılması ile azotlu gübre kullanımının yaklaşık %28,9 oranında azaltılabileceği belirtilmiştir.

Burkhanova ve ark. (2017), tarafından buğday tarlalarında *Septoria nodorum* Berk. hastalığına karşı *Bacillus* ssp. (*Bacillus subtilis* Cohn ve *Bacillus thuringiensis* Berliner) strainlerinin etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda kullanılan *Bacillus* ssp. strainlerinin buğday yapraklarında hastalığın etkisini azalttığı ve bitkideki peroksidaz aktivitesinin ve H₂O₂ içeriğinin arttığı; bitkini savunma mekanizması ile ilişkili olan genlerin (PR-1, PR-6 ve PR-9) aktivitesinin artarak hastalığa direnç sağladığı belirtilmiştir.

McCarty ve ark. (2017) tarafından buğday verimi ve gelişimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla *Azotobacter* ve *Phosphobacteria* bakterilerinin tarla koşullarındaki etkinliği incelemiş ve en etkili uygulamaların *Phosphobacteria*'nın tohuma likit olarak inokulasyonu ile sağlandığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda kontrolün tane verimi 2116,6 kg/ha iken, *Phosphobacteria*'nın tohuma likit olarak inokulasyonu 4280,42 kg/ha olarak tespit edildiği, kontrolün saman veriminin ise 2579 kg/ha iken

Phosphobacteria'nın tohuma likit olarak inokulasyonu 4762 kg/ha ölçüldüğü belirtilmiştir.

Singh ve Jha (2017) tarafından yürütülen çalışmada; ACC deaminaz, gibberellik asit, IAA, siderofor ve fosfat çözücü özelliği test edilmiş sorgum rizosferinden izole edilen *Stenotrophomonas maltophilia* SBP-9 bakteriyel izolatının buğday bitkisine aşılansıyla saksı koşullarında tuz stresine ve buğdayda başak yanıklığına sebep olan *Fusarium graminearum* patojenine karşı etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerin kontrole göre kök uzunluğunun %20-39 kuru ağırlığının %28-42 ve klorofil içeriğinin %24-56 arasında arttığı belirtilmiştir. Ayrıca bakteri inokulasyonunun, savunma mekanizmasında görevli olan (phenylalanine, glukanaaz, peroksidaz ve polifenol oksidazı) enzimlerini arttırdığı ve böylece patojen enfeksiyonuna karşı koruma sağladığı belirtilmiştir.

Kamran ve ark. (2017) yürüttükleri çalışmada buğday rizosferinden 14, şeker kamışı rizosferinden 10 adet bakteri izolatu (toplam 24 adet bakteri izolatu) tanılama işlemleri yapılmış ve çinko çözümlerleştirici ile PGPB kabiliyetleri yüksek olan 5 bakteri izolatu (*Pseudomonas fragi* EPS1, *Pantoea dispersa* EPS6, *Pantoea agglomerans* EPS13, *E. Cloacae* PBS2 ve *Rhizobium* sp. LHRW1) bu çalışmada kullanılmak üzere seçilerek buğday bitkisi ayrı ayrı inokule edilmiştir. Yapılan saksı çalışmasında en yüksek çinko içeriğinin *E. cloacae* (PBS2) ile inokuleli bitkilerin sürgünlerinde ve *P. agglomerans* (EPS13) ile inokuleli bitkilerin köklerinde tespit edildiği, *Rhizobium* sp. (LHRW1) strainleri ile aşılansan bitkilerde maksimum sürgün ve kök kuru ağırlığı ile sürgün uzunluklarının tespit edildiği belirtilmiştir.

Arshadullah ve ark. (2017) İslamabad Tarım Araştırma Merkezi yürütülen tarafından saksılarda yapay olarak hazırlanan EC 9,68 dSm⁻¹ ve 303 ppm Na stres koşullarında daha önceden izole edilmiş WPR-51, WPR-61, WM-4, WM- ve WPS-8 bakterileri ile muamele edilmiş buğday tohumlarının gelişimi üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışma sonucunda WPR-61 bakterisi ile muamele edilmiş buğday tohumlarının en yüksek bitki boyuna (13,97 cm) WPR-51 bakterisi ile muamele edilmiş buğday tohumlarının ise en yüksek klorofil içeriğine ve bitki kuru ağırlığına sahip olduğu belirtilmiştir.

Dal Cortivo ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada *Azospirillum*, *Azoarcus* ve *Azorhizobium* bakterilerinin karışımından oluşan bir ticari biyogübrenin ekmeçlik buğdayda kök, gövde, yaprak klorofil içeriği, azot birikimi ve verimi üzerine

etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, bakterilerin sağlam yaprakların ve köklerin yüzeyine çok iyi yapışabildiği belirtilmiştir. Ayrıca gübreleme dekara 8, 12, 16 kg N/da olacak şekilde yapılmış olup, bakteri uygulamasının kontrole göre %11 azot birikimini sağlamış, kılcal kök sayısını %65, kök uzunluğunu %29 oranında arttırdığı ancak verime %1-3 oranında etkisi olduğu belirtilmiştir.

Adam ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada *Pseudomonas putida* BTP1, *Bacillus subtilis* Bs2500, Bs2504 ve Bs2508 strainlerinin arpa bitkisinde çizgili yaprak leke hastalığına neden olan *Pyrenophora graminea* etmenine etkisini incelemek üzere Suriye, Avustralya ve Almanya kökenli 3 farklı arpa çeşidinde çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucunda her üç çeşitte de hastalığa önemli ölçüde etki eden strainin *P. putida* BTP1 (%66 oranında) ve Bs2508 strainlerinin olduğunu sistemik dayanıklılığın her üç çeşitte hastalığı önemli derecede azalttığı belirtilmiştir.

Zafar-ul-Hye ve ark. (2017), yürüttükleri bir çalışmada, pres çamuru, biyogaz atığı ve turba uygulamalarının sera ortamında *Enterobacter cloacae*-W6 ve *Serratia ficaria* W10 bakteri strainlerinin ayrı ayrı ve ikili karışımlarının buğday bitkisi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda bitki gelişiminin en iyi turba ortamında olduğu belirtilmiş ve kontrole göre bakterilerin tek tek ve kombinasyonlarının bitki ve başak boyu, kök uzunluğu, kuru ağırlık ve başak sayısına iyi ortam şartları (turba, biyogaz atığı, pres çamuru) olmaksızın da olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Elhabil-Addas ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada Kuzeybatı Fas'taki iki farklı buğday çeşidi (Salama ve Rajae) rizosferinden izole edilen 122 bakteri izolatının PGPB özellikleri ve buğday bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisinin belirlenmesi araştırılmıştır. Rs15, Rs19 ve Rr1 strainlerinin HCN ürettiği, Rs19 straininin IAA ürettiği ve Rs20 straininin ise siderofor ürettiği yapılan deneylerle tespit edilmiş ve Rs15 ile Rs19 strainin buğday bitkisine uygulanmasıyla kontrole göre bitkilerin sürgün uzunluğu ve kuru ağırlığında önemli artış meydana getirdiği belirtilmiştir.

Çelikten ve Bozkurt (2018) Hatay'da yaptıkları çalışmada sağlıklı buğday bitkisinin (*Triticum aestivum* L.) köklerinden izole edilen bakterilerin buğday bitkisinin kök ve sürgün gelişimine etkileri incelenmiş ve çalışma sonucunda kök gelişimine etkili izolatın %70,6 oran ile *Bacillus pumilis* 10ASO2 izolatı olurken, sürgün gelişiminde ise en etkili izolatın %108,6 ile *Acinetobacter lwoffii* 4ZLF10 izolatı olarak saptandığını belirtilmiştir.

Inwati ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada *Trichoderma harzianum* fungusunun PGPB aktivitesi gösteren 8 adet bakteri ve farklı dozlardaki gübreden (%55, 70, 85 ve 100) oluşturulan ortamda buğday gelişimi üzerine etkileri incelenmiş ve çalışma sonunda %100 gübrelemede en fazla verimin 551 kg ile elde edildiği belirtilmiştir. %55 gübre + bakterili ortamda ise saman veriminin en yüksek ortam olduğu belirtilmiştir.

Sood ve ark. (2018) tarafından Hindistan'da yürütülen çalışmada buğday rizosferinden izole edilen 10 bakteri izolatından PGPB aktivitesi daha yüksek olan 3 bakteri izolatı (B2, SIR1 ve B152) ile birlikte gübre dozlarının %80, 60 ve 40'ı buğday gelişimi üzerinde etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda %80 NP gübresi ile B2 (*Serratia* sp.) bakterisinin birlikte kullanılması kontrole göre; başakta tane sayısını %19,61, buğday verimini %9,4, kardeş sayısını %28,03, bin tane ağırlığını %10,5 ve biyokütlesini %9,2 oranında arttırdığı belirtilmiştir. NP gübrelemesinin ve bakteri uygulaması ile beraber kullanılmasının kimyasal gübre kullanımını azaltabileceği belirtilmiştir.

Naeem ve ark. (2018) tarafından *Bacillus* sp. ve *Pseudomonas* sp. strainlerini ayrı ayrı ve kombinasyonunun tohuma inokule edilmesiyle iki ekmeklik buğday çeşidinin gelişimi ve yaprak biti popülasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bitkide en düşük yaprak biti popülasyonu ile birlikte; bitki boyu, başakta başakçık sayısı, tane ve saman veriminin 2 bakteri kombinasyonu ile tespit edildiği belirtilmiştir. Ayrıca bakteri kombinasyonunun verimi kontrole göre %35,5-38,9 arttığını belirlemiştirlerdir.

Tahir ve ark. (2018) tarafından Pakistan'da yürütülen çalışmada PGPB bakterilerinden olan *Bacillus* sp. MWT-14 ile farklı dozlarda kimyasal gübre uygulamasının (tam ve yarım doz) tarla koşullarında iki farklı ekmeklik buğday çeşidinin (Galaxy-2013 ve Punjab-2011) gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda her iki gübre dozu ve her iki buğday çeşidinde de söz konusu bakterinin kullanılması, aşılammış kontrollere göre büyüme ve verim parametrelerinde olumlu yönde etkide bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca gübre ve bakteri uygulamasının beraber kullanılması kurak iklim bölgelerinde toprak organik madde miktarını, fosfor içeriğini ve kimyasal gübre maliyetini düşürebileceği belirtilmiştir.

Altunlu ve ark. (2019) tarafından Antalya'da bazı bakterilerin (*Endomycorrhiza*, *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megaterium*) ticari formlarını içeren gübrenin 4 farklı doz uygulamalarının (0, 2, 4 ve 8 ml kg⁻¹ tohum) tatlı mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) bitkisinin bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerini belirlemek

amacıyla yürüttükleri çalışmada; biyolojik gübrelemenin tüm dozlarının kontrol uygulamasına göre %9,05 ile %13,51 oranında verim artışı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca en uzun bitki boyunun (174 cm) ve gövde çapının (3,46 mm) 8 ml kg⁻¹ tohum dozunda saptandığı ve kontrol uygulamasına göre %31,51 oranında verim artışı saptandığı belirtilmiştir.

Sonkurt ve Çığ (2019) tarafından Siirt İlinde yapılan çalışmada bakteri izolatu olarak *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 kullanılmış olup ekmeklik (Ceyhan-99 çeşidi) ve makarnalık (Fırat-93) buğday çeşitleri üzerine etkileri tarla koşullarında incelenmiştir. Çalışma sonucunda *Bacillus atrophaeus* TV83D bakteri straininin, hem makarnalık buğday çeşidinde (283,33 kg/da) hemde ekmeklik buğday çeşidinde (319,45 kg/da) tane verimini önemli ölçüde arttırması sebebiyle mikrobiyal gübre olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Javed ve ark. (2020) Pakistan'da çeltik bitkisinde yaptıkları çalışmada Pind Dadan Han ve yakın bölgelerinde bulunan Kheura madenlerindeki tuzlu topraklarda bulunan farklı bitki rizosferlerinden toprak numunesi alınmış ve bu toprak numunelerinden 20 adet bakteri izolatu izole edilmiştir. İzole edilen 20 adet bakteri izolatından 10 tanesi büyüme odasında bitki gelişimi üzerine etkileri bir saksı deneyinde incelenerek 3 adet tuza toleranslı bakteri izolatu (T1: Kontrol, T2: KH-1, T3: KH-2 ve T4: KH-3) tarla çalışmasında kullanılmak üzere seçilmiştir. Saha çalışmasında tuza toleranslı bakteri izolatlarının dışında üstünlükleri daha önceden ısıpatlanmış *Pseudomonas* (T5: PGPR-1) ve *Azotobacter* (T6: PGPR-2) bakterileri de kullanılmıştır. Saha çeltik ile yapılan çalışma sonucunda tüm parametrelerde aşılamanın kontrollere üstünlük sağladığının belirtilmesinin yanı sıra maksimum sürgün uzunluğunun (40,7 cm) KH-1 izolatu ile maksimum bitki boyu (132,7 cm) ve çeltik veriminin (4267 kg/ha) KH-2 izolatu ile elde edildiği belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan bitki türü

Araştırmada tohum materyali olarak ekmeçlik Dinç buğday çeşidi kullanılmıştır. Tohumlar Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Tohum Satış Ofisi'nden temin edilmiştir. Çeşidin genel özellikleri aşağıdaki gibidir.

Dinç: Bitki boyu kısa, yatmaya dayanıklı sağlam saplı; başak kısa ve beyaz renkli, kılçıklı ve şekli gittikçe incelen olup, başak yoğunluğu sıktır. Başakta mumsuluk vardır. Tane rengi beyaz, yarı sert ve bin dane ağırlığı 27-36 gram arasındadır. Sarı pas hastalığına karşı tolerant olup, Güneydoğu Anadolu Bölgesi yağışa dayalı ve sulu şartlarda ekimi tavsiye edilmektedir. (Url-17)

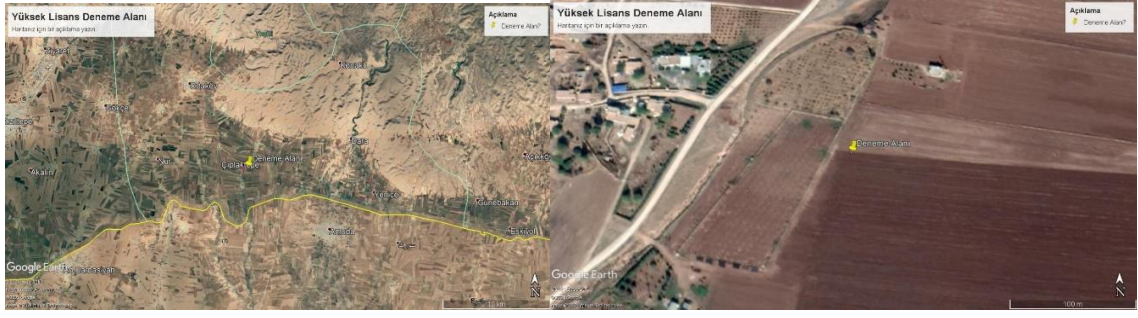
3.1.2. Kullanılan bakteri strainleri

Daha önceden TOVAG 108O147 numaralı TÜBİTAK projesi ile Van Gölü havzasından izole edilip PGPB etkinliği belirlenen ve mikroorganizma tanılama sistemi (MIS) ile tanılması yapılan *Bacillus megaterium* TV61C (azot bağlayıcı), *Pseudomonas agarici* TV24C (azot bağlayıcı), *Brevibacillus choshinensis* TV53D (azot bağlayıcı ve fosfat çözücü), *Arthrobacter globiformis* TV126C (azot bağlayıcı) ve *Serretia grimesii* TV62D (azot bağlayıcı) bakterileri kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırma 2019-2020 döneminde Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında söz konusu bakteri strainleri buğday tohumlarıyla inokule edilmiş ve Mardin İli Artuklu İlçesi Çıplaktepe mevkiinde bulunan 37°09'11.46"K ve 40°50'38.62"D koordinat noktasına sahip ve 512 m rakımda bulunan arazide kuru tarım koşullarında yapılmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Deneme alanının bulunduğu konumdan görüntüler

Mardin ili, dört mevsimin de yaşandığı bir ildir. Genel olarak karasal iklim hâkimdir. Yazları sıcak ve oldukça kurak geçmektedir. Ölçülen en yüksek hava sıcaklığı 42,5 °C, en düşük hava sıcaklığı ise -14,0 °C'dir. Araştırmanın yapıldığı Mardin iline ait 1999-2020 yılları ile 2019-2020 buğday yetiştirme periyoduna (Ekim-Haziran) ait; ortalama sıcaklık (°C), toplam yağış (mm) (2010-2020 yılları), nispi nem (%) ve güneşlenme süresi (saat) değerleri Tablo 3.1' de gösterilmektedir. Buğday üretim dönemine ait 1999-2020 yıllarına ait ortalama sıcaklık 12,9 °C, yağış miktarı toplamı 524,0 mm, nispi nem ortalama değeri %50,0 ve güneşlenme süresinin ortalama değeri 216,8 saat olarak gerçekleşmiştir. Arazi çalışmasının yapıldığı yetiştirme sezonu olan 2019-2020 Ekim-Haziran dönemi arasındaki ortalama sıcaklık 13,3 °C, yağış miktarı toplam 661,8 mm, nispi nem oranının %54,2 ve güneşlenme süresinin de 224,3 saat olmuştur. Tablo 3.1.'den anlaşılacağı üzere 2019-2020 üretim sezonu genel olarak bir önceki yıllara göre yağışlı geçmiştir. Özellikle buğday ekiminin yapıldığı aralık ayında yağışın son on yılın aynı aya ait yağış ortalamasından fazla olduğu görülmüştür. Buğday ekiminin yapıldığı aralık ayı dışında şubat ve mart aylarında da yağışın son on yılın ortalamasından fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1. Mardin ilinin uzun yıllar ve 2019-2020 yıllarına ait ortalama iklim değerleri (Url-18)

Aylar	Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nispi Nem (%)		Güneşlenme Süresi (saat)	
	1999-2020	2019-2020	2010-2020	2019-2020	1999-2020	2019-2020	1999-2020	2019-2020
Ekim	19,3	21,4	34,7	43,5	41,6	38,8	233,3	261,0
Kasım	11,3	13,5	46,2	21,5	50,7	38,1	186,7	236,7
Aralık	6,1	7,2	85,6	148,6	60,4	74,0	140,5	124,4
Ocak	3,9	3,5	76,4	69,8	63,3	71,9	144,0	127,9
Şubat	5,2	3,9	68,0	108,7	61,4	71,3	143,7	148,8
Mart	9,4	10,7	77,3	156,3	54,5	65,1	192,7	170,2
Nisan	14,2	14,1	64,7	49,9	49,9	59,8	230,5	255,7
Mayıs	20,0	19,9	63,3	32,3	39,4	43,5	312,6	321,3

Haziran	26,4	26,3	7,8	31,5	29,1	26,0	367,6	372,9
Ortalama	12,9	13,3	---	---	50,0	54,2	216,8	224,3
Toplam	---	---	524,0	661,8	---	---	---	2018,9

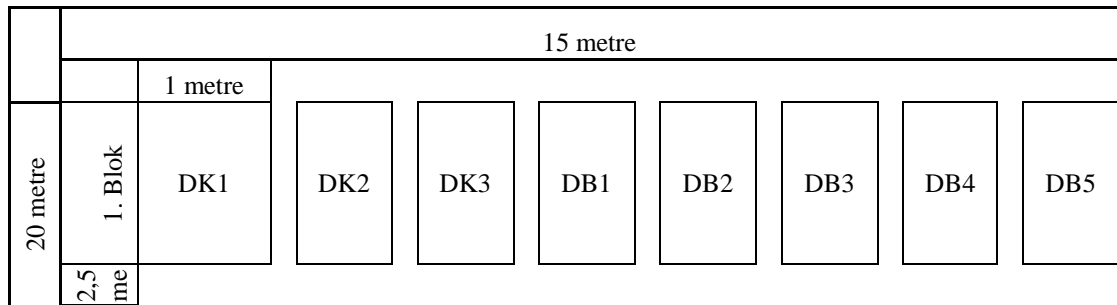
Araştırma yerinin toprak özellikleri Tablo 3.2.'de verilmiş olup araştırmanın yürütüldüğü alanın toprak yapısı killi bünyeli, hafif alkali, tuz oranı oldukça düşük, organik madde miktarı az, potasyum miktarı fazla, azot ve fosfor bakımından fakir bir yapıya sahiptir.

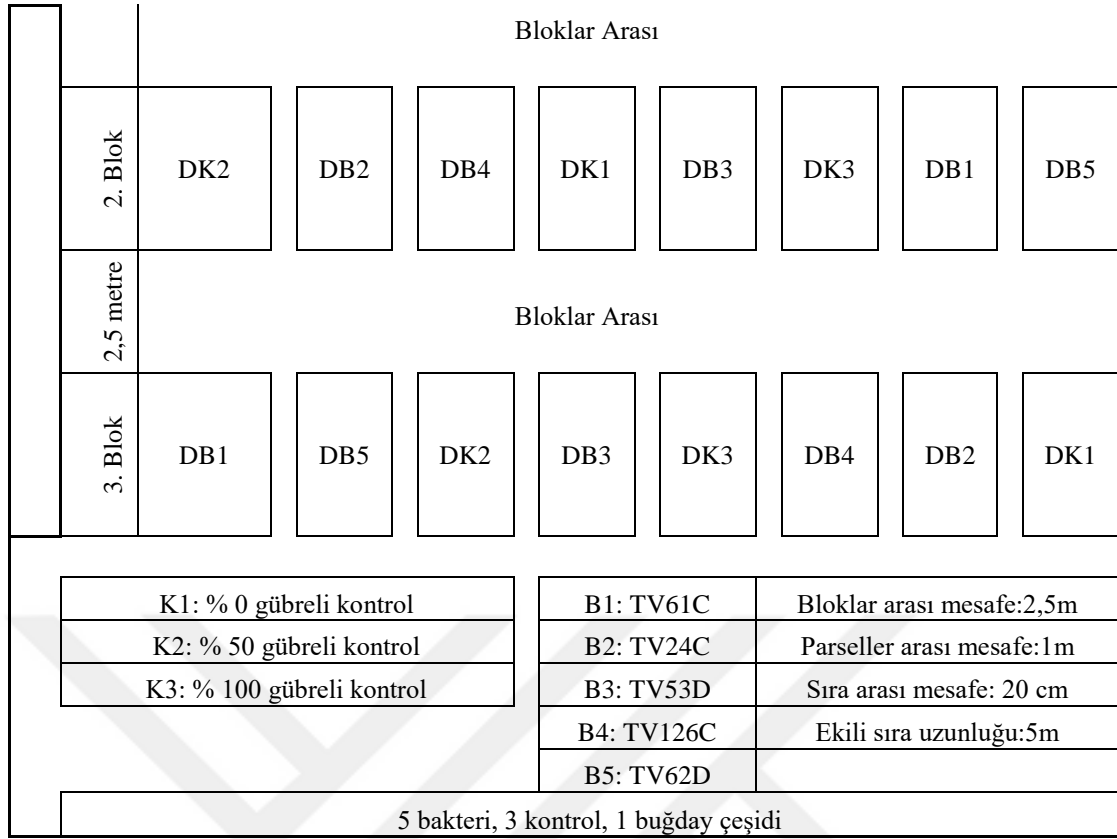
Tablo 3.2. Deneme arazisi toprak analiz değerleri

ELEMENT	ANALİZ SONUCU	BİRİM	DEĞERLENDİRME
Bünye	75,79		Killi
Ph	7,86		Hafif Alkali
Tuz	0,0418	%	Tuzsuz
Organik Madde	1,269	%	Az
Azot	0,064	%	Çok Fakir
P ₂ O ₅	2,43	kg/da	Çok Az
K ₂ O	138,86	kg/da	Fazla
Fe	4,58	ppm	Yüksek
Zn	1,70	ppm	Yeterli
Cu	1,20	ppm	Yeterli
Mn	6,41	ppm	Yeterli
Ca	5,643	ppm	Fazla
Mg	732,6	ppm	Fazla
Na	251,2	ppm	

3.2.2. Deneme deseni

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü, bir ekmeklik buğday çeşidinin yer aldığı toplamda 24 parselden oluşmuştur. Denemede bloklar arası mesafe 2,5 metre parseller arası mesafe ise 1 m olarak belirlenmiştir. Her parsel 5 m*1m olacak şekilde oluşturulmuştur. Denemenin toplam uzunluğu 20 metre, genişliği ise 15 metre olacak şekilde parsasyonu yapılmıştır (Şekil 3.2.).





Şekil 3.2. Deneme deseni

3.2.3. Gübre uygulaması

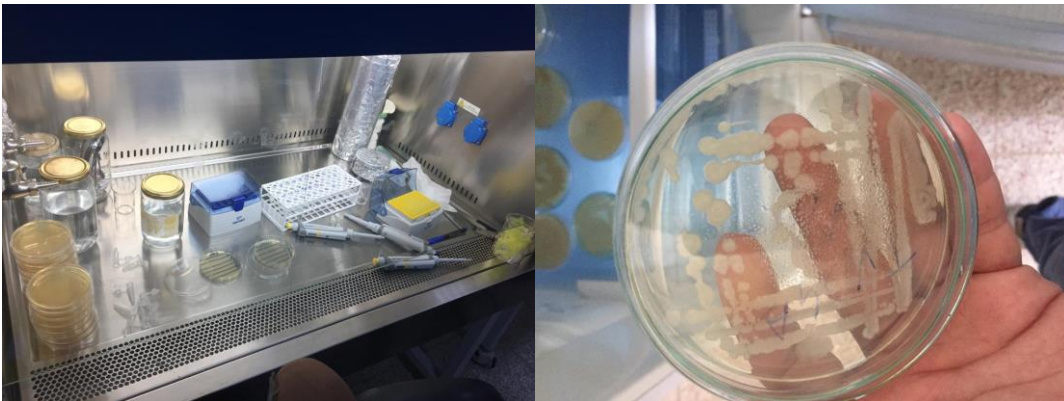
Kontroller sırasıyla Kontrol 1 (K1), Kontrol 2 (K2) ve Kontrol 3 (K3) olarak isimlendirilmiştir. Bakterilerin etkinliği bu kontrol parsellerine göre belirlenmiştir. Bakteri uygulaması yapılmayan kontrol parsellerine (K1: %0, K2: %50 ve K3: %100) tam gübrelemede 9 kg N/da ve 7 kg P₂O₅/da %50 gübrelemede; bu değerlerin yarısı kadar gübre ve %0 gübrelemede ise hiç gübre kullanılmamıştır. Fosforun tamamı ve azotun 1/3'lük kısmı ekimle beraber diamonyum fosfat (18-46-0) olarak verilmiştir. Azotun geriye kalan kısmı kardeşlenme ve sapa kalkma döneminde üre gübresi (%46 N) olarak 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 TV61C (*Bacillus megaterium* azot bağlayıcı), TV24C (*Pseudomonas agarici* azot bağlayıcı), TV53D (*Brevibacillus choshinensis* azot bağlayıcı ve fosfat çözücü), TV126C (*Arthrobacter globigormis* azot bağlayıcı) ve

TV62D (*Serratia grimesii* azot bağlayıcı) kullanılmıştır. Bakteriler sırasıyla B1, B2, B3, B4 ve 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.

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. 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 (Clarck, 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 3.3. Bakterilerin laboratuvar ortamından görüntüleri

3.2.5. Ekim, bakım, hasat ve harman

Deneme, Mardin İli Artuklu İlçesi Çıplaktepe mevkiinde bulunan araziye 2019-2020 üretim sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü ve toplam 24 parsel olacak şekilde kurulmuştur.

Deneme alanının arazi hazırlığı tohum yatağının hazırlanması ile 19.12.2019 tarihinde başlanarak, parselasyon ve ekim çalışmaları 22.12.2019 tarihinde yapılmıştır. Parseller üzerinde markör yardımıyla çiziler açılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Parsellerin boyu 5 m, eni 1 m (5 sıra ve her sıra arası 20 cm) olup her bir parsel alanı 5 m² dir. m²'ye 500 tohum olacak şekilde ekim normu hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Arazi parselasyonu ve ekim

Ekim esnasında ekilecek tohumların bakteri aşılansmış ve kontrol parsellerinin de (aşısız) olması sebebiyle her parselde bakterilerin diğer parsellere bulaşmaması için elle ekim esnasında eldivenler kullanılmıştır. Buğday tohumlarının çimlenerek 08.01.2020 tarihinde çıkış yaptığı tespit edilmiştir. Yabancı ot mücadelesi el ile yapılmıştır. Deneme alanında ekonomik zarar eşiğini aşabilecek herhangi bir hasatalık veya zararlıya rastlanılmamıştır.



Şekil 3.5. Parsellerden görüntüler

Ekimle beraber dekara 7 kg fosfor ve 3 kg azot olacak şekilde taban gübresi (DAP) verilmiştir. Kardeşlenme/sapa kalkma döneminde, 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 17.06.2020 tarihinde hasat edilmiştir. Ardından harman işlemleri gerçekleştirilmiştir.

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 ortalamaları 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 (adet)

Parsellerdeki fertil (başaklı) 10 bitkinin kardeşleri sayılarak ortalamaları alınmıştır.

3.2.6.4. Metrekaredeki başak sayısı (adet/m²)

Olgunlaşma döneminde her parselin orta kısmındaki sıralardan rasgele seçilen başaklar sayılarak, metrekaredeki başak sayısına çevrilmiştir.

3.2.6.5. Başakta başakçık sayısı (adet/başak)

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

3.2.6.6. Başakta tane sayısı (adet/başak)

Hasat öncesi parsellerden rastgele alınan 10 adet başaktaki taneler sayılmıştır.

3.2.6.7. Bin tane ağırlığı (gram)

Hasat sonrası her parselden 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. Elde edilen 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 biyolojik verim belirlenmiştir.

3.2.6.10. Hektolitre ağırlığı (kg/100 l)

Her parselden elde edilen taneler hektolitre aletinde yapılan ölçüm sonucu hektolitre ağırlığı elde edilmiştir.

3.2.6.11. On Başak Ağırlığı (gram)

Hasat döneminde her parselin ortada bulunan sıralarından rastgele alınan on başağın hassas terazi ile ölçümleri sonucunda on başak ağırlıkları belirlenmiştir.

3.2.6.12. Protein (%)

Her parselden elde edilen taneler protein ölçüm cihazında protein değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.6.13. Sedimantasyon (ml)

Her parselden elde edilen tanelerin ölçüm cihazında sedimantasyon değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.6.14. Yaş gluten (%)

Her parselden elde edilen tanelerin ölçüm cihazında yaş gluten değerleri ölçülerek belirlenmiştir.

3.2.6.15. 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

Dinç buğday tohumlarına uygulanan PGPB bakterilerinin bitki boyu (cm), başak boyu (cm), kardeş sayısı (adet), m²deki başak sayısı (adet/m²), başakta başakçık sayısı (adet/başak), başakta tane sayısı (adet/başak), bin tane ağırlığı (gram), tane verimi (kg/da), biyolojik verim (kg/da), hektolitre ağırlığı (kg/100 l), on başak ağırlığı (gram), protein (%), sedim (ml), yaş gluten (%) ve hasat indeksleri (%) belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile elde edilen veriler istatistiki olarak yorumlanıp; herbirinin değerlendirilmesi ayrı ayrı aşağıdaki gibi yapılmıştır.

4.1. 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. Ayrıca grafik halinde Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bitki boyuna ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	14,60083	7,3004	1,2879	0,3066
Uygulama	7	281,1583	40,1655	7,0857**	0,001
Hata	14	79,35917	5,6685		
Genel	23	375,1183			
D.K	3,90				

**p≤0,01 düzeyinde önemli

Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında bitki boyu açısından istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

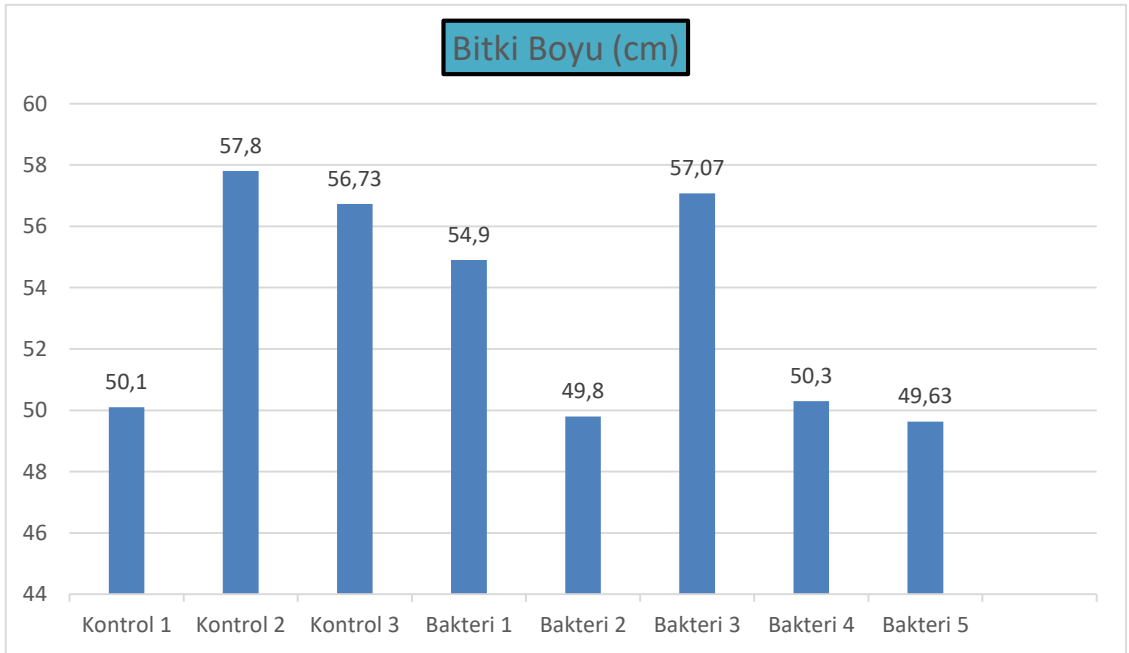
Tablo 4.2. Farklı bakteri suşları ile aşılanan Dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi bitki boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	50,10 ^b
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	57,80 ^a
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	56,73 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	54,90 ^a
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	49,80 ^b
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	57,07 ^a

<i>Arthrobacter globiformis</i> (TV126C)	50,30 ^b
<i>Serratia grimesii</i> (TV62D)	49,63 ^b
Ortalama	53,29
p	0,001

**p≤0,01 düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek bitki boyu, 57,80 cm ile aşısız ve %50 gübreli kontrol (Kontrol 2) uygulamasından, en düşük bitki boyu ise 49,63 cm *Serratia grimesii* (TV62D) bakterili uygulamadan elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki bitki boyları bu iki değer arasında yer almaktadır. Kontrol 1'e göre sırasıyla *Brevibacillus choshinensis* (TV53D), *Bacillus megaterium* (TV61C) ve *Arthrobacter globiformis* (TV126C) daha uzun bitki boyuna sahip oldukları gözlenmiştir. Bakteri uygulamaları istatistiki olarak bitki boyuna etkide bulunmuş olup, *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) uygulamasındaki bitki boyunun aşısız ve gübresiz kontrolden (K1) %12 oranında daha uzun olduğu görülmüştür. Azotlu bitki besin elementlerinin bitki boyuna olan etkisi dikkate alındığında daha önceden yapılan araştırmalarda toprakta bulunan azotun yarıyışlı forma getirildiği, bitkilere azot bağladığı ve ayrıca salgıladıkları büyüme hormonları ile bakterilerin bitki boyunu arttırdığı belirtilmiştir. (Kader ver ark., 2002; Gholami ve ark., 2009; Şahin ve ark., 2010; Abbasi ve ark., 2011; Gökçe ve Kotan., 2016; Naeem ve ark., 2018; Javed ve ark., 2020). Bu yönüyle elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.1. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) bitki boyu değerleri

4.2. Başak Boyu (cm)

Başak 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 4.2.' de verilmiştir.

Tablo 4.3. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başak boyuna ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	0,823333	0,411667	0,7771	0,4786
Uygulama	7	5,873333	0,839048	1,5838 ^{öd}	0,2196
Hata	14	7,416667	0,529762		
Genel	23	14,11333			
D.K	7,20				

öd: önemli değil

Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarının başak boyu üzerine istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

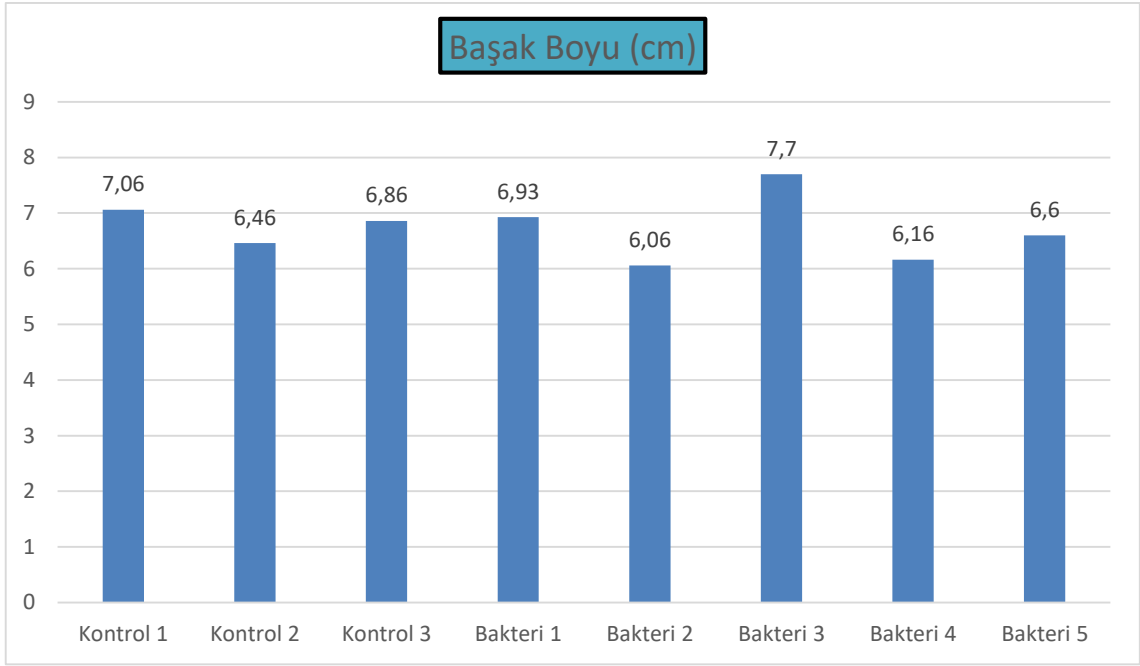
Tablo 4.4. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başak boyuna ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	7,06 ^{ab}
Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	6,46 ^{ab}
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	6,86 ^{ab}
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	6,93 ^{ab}
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	6,06 ^b
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	7,70 ^a
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	6,16 ^b
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	6,60 ^{ab}
Ortalama	6,73
P	0,2196

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek başak boyu 7,70 cm ile *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) bakteri uygulamasından, en düşük başak boyu ise 6,06 cm ile *Pseudomonas agarici* (TV24C) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başak boyu, bu iki değer arasında yer almıştır. *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) straininin uygulanmış olduğu parseldeki bitki başak boyu dışında kalan diğer bakteri uygulanmış parsellerdeki başak boyları Aşısız ve Gübresiz Kontrol (K1) parseldeki başak boyunun altında kalmıştır En düşük başak boyu *Pseudomonas*

agarici (TV24C) bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki başaklardan elde edilmiştir. Hussain ve Hasnain (2011) yaptıkları çalışmada biyogübre kullanımının IAA üretimine olumlu etkisi sebebiyle başak uzunluğunu arttırdığını belirtmiştir. Daha önceden yapılmış araştırmalarda biyogübre kullanımının kontrollere göre bitki beslemede büyük yararlar sağladığı belirtilmiştir (Kader ve ark., 2002; Şahin ve ark., 2004; Çığ, 2011; Altunlu ve ark., 2019; Sonkurt ve Çığ, 2019). Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar daha önce araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlar ile benzerlikler göstermektedir.



Şekil 4.2. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) başak boyu değerleri

4.3. Kardeş Sayısı (adet)

Kardeş sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.5' de elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.6' da ayrıca grafik olarak Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde kardeş sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	0,240833	0,120417	0,6324	0,5509
Uygulama	7	1,162917	0,166131	0,8725 ^{öd}	0,5458
Hata	14	2,665833	0,190417		
Genel	23	4,069586			
D.K	10,61				

öd: önemli değil

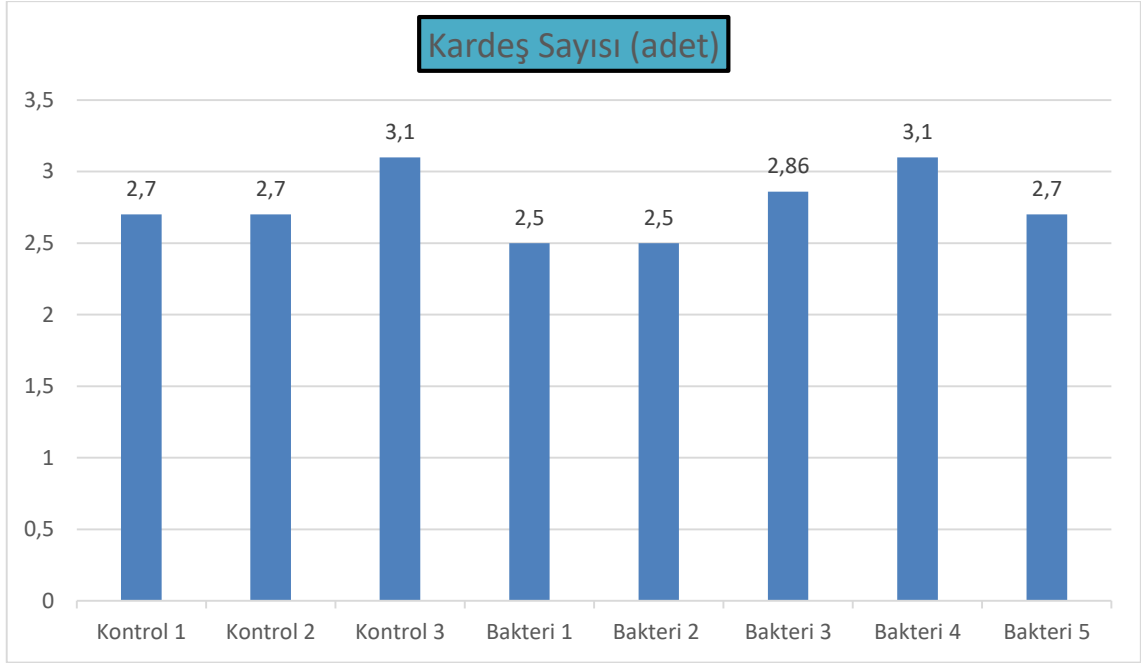
Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında bitkide kardeş sayısı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4.6. Farklı bakteri suşları ile aşılana dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde kardeş sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	2,70 ^a
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	2,70 ^a
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	3,10 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	2,50 ^a
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	2,50 ^a
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	2,86 ^a
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	3,10 ^a
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	2,70 ^a
Ortalama	2,77
P	0,5458

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek kardeş sayısı 3,10 ile %100 Gübreli Kontrol (kontrol 3) ve *Arthrobacter globigormis* (TV126C) uygulamalarından, en düşük kardeş sayısı ise 2,50 ile *Bacillus megaterium* (TV61C) ve *Pseudomonas agarici* (TV24C) uygulamalarından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki kardeş sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. *Arthrobacter globigormis* (TV126C), %100 Gübreli Kontrol (kontrol 3) kadar (3,10) kardeş sayısı oluşturması önem arz etmektedir. *Bacillus megaterium* (TV61C) ile *Pseudomonas agarici* (TV24C) haricindeki diğer bakteri türleri Aşısız ve Gübresiz Kontrole (K1) göre metrekaresindeki başak sayısında olumlu artışlar gözlenmiştir. Sood ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada PGPB uygulamalarının buğdayda kullanılmasının kardeş sayısını %28,3 oranında arttırdığını belirterek, biyogübre uygulamalarının kimyasal gübrelerle beraber kullanılmasının totalde kullanılan kimyasal gübrelerinin miktarını azaltacağını rapor etmişlerdir. Çığ (2011) ve Sonkurt ve Çığ (2019) yaptıkları araştırmalarda PGPB uygulamalarının vegetatif gelişimi artırarak kardeş sayısını arttırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışma daha önce araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla benzerlikler göstermektedir.



Şekil 4.3. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) kardeş sayısı değerleri

4.4. Metrekarede Başak Sayısı (adet/m²)

Metrekarede başak sayısına 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 4.4’ de verilmiştir.

Tablo 4.7. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	32,25	16,125	1,1302	0,3507
Uygulama	7	944,5	134,929	9,4568**	0,0002
Hata	14	199,75	14,268		
Genel	23	1176,5			
D.K	4,88				

**p≤0,01 düzeyinde önemli

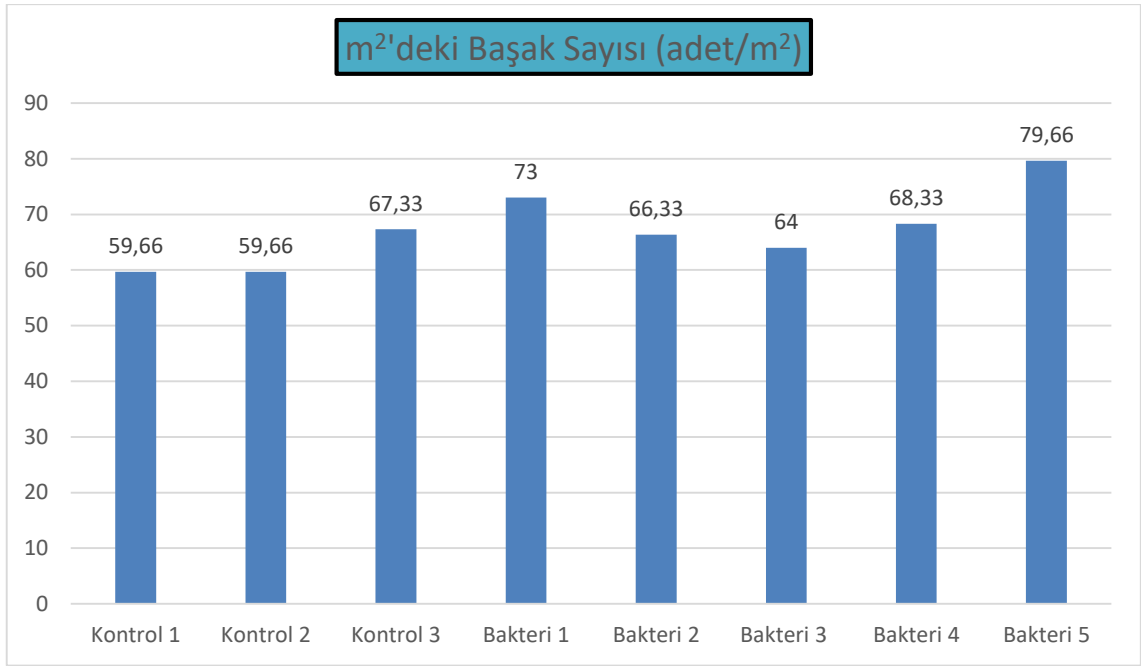
Dinç buğday çeşidinin metrekarede başak sayısı üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.8. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde metrekarede başak sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	59,66 ^d
Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	59,66 ^d
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	67,33 ^{bc}
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	73,00 ^b
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	66,33 ^c
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	64,00 ^{cd}
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	68,33 ^{bc}
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	79,66 ^a
Ortalama	67,25
p	0,0002

**p≤0,01 düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait metrekaredeki en yüksek başak sayısı 79,66 ile *Serretia grimesii* (TV62D) uygulamasından, metrekarede en düşük başak sayısı ise 59,66 ile aşısız ve gübresiz Kontrol (K1) ve Aşısız ve %50 gübrelili kontrol (K2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki metrekarede başak sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Bütün bakteri uygulamalarının Aşısız ve Gübresiz Kontrol (K1) göre m²'deki başak sayısından fazla olmasının yanı sıra özellikle *Serretia grimesii* (TV62D) ve *Bacillus megaterium* (TV61C) uygulamalarının Aşısız ve %100 Gübrelili Kontrol (K3) uygulamasından bile m²'deki başak sayısı açısından fazla olması büyük önem arz etmektedir. Topraktaki rizobakterilerin azot bağlayıcı ve fosfor çözücü özellikleri ile bu tür makro bitki besin elementlerinin kardeşlenmeyi arttırdığı ve artan kardeşlenme ile beraber birim alandaki başak sayısının da arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Öztürk ve ark., 2003; Çığ, 2011; Pek ve ark., 2016; Sonkurt ve Çığ, 2019). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile daha önceden yapılan çalışmalar örtüşmektedir.



Şekil 4.4. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) metrekarede başak sayısı değerleri

4.5. Başakta Başakçık Sayısı (adet/başak)

Başakta başakçık sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.9.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.10' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.5.' de verilmiştir.

Tablo 4.9. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	9,943333	4,97167	4,2623	0,0358
Uygulama	7	22,36	3,19429	2,7385*	0,0515
Hata	14	16,33	1,16643		
Genel	23	48,63333			
D.K	5,39				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

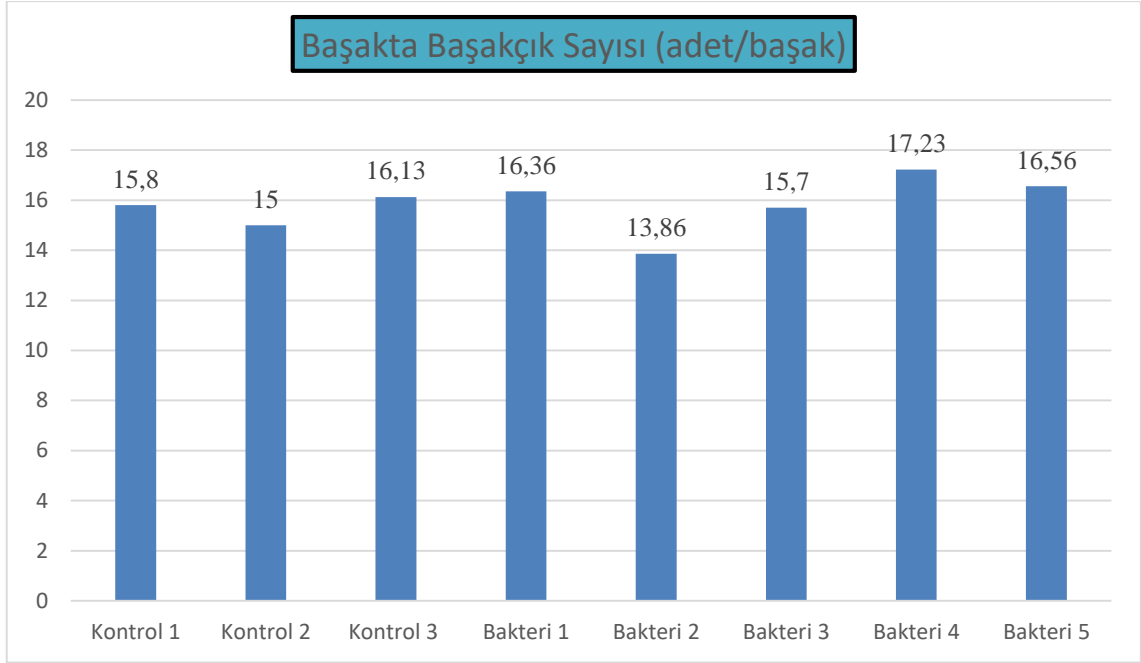
Dinç buğday çeşidinin başakta başakçık sayısı üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.10. Farklı bakteri suşları ile aşıl原因an dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta başakçık sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamlar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	15,80 ^{ab}
Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	15,00 ^{bc}
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	16,13 ^{ab}
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	16,36 ^{ab}
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	13,86 ^c
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	15,70 ^{abc}
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	17,23 ^a
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	16,56 ^{ab}
Ortalama	15,83
p	0,0515

*p≤0.05 düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek başakçık sayısı, 17,23 ile *Arthrobacter globigormis* (TV126C) bakteri uygulamasından, en düşük başakçık sayısı ise 15,00 ile %50 Gübrelili Kontrol (kontrol 2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başakçık sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Özellikle *Arthrobacter globigormis* (TV126C), *Serretia grimesii* (TV62D) ve *Pseudomonas agarici* (TV24C) uygulamalarının Aşısız ve %100 Gübrelili Kontrol uygulamasına göre bile başakta başakçık sayısının fazla olması verim öğeleri açısından önem arz etmektedir. Yapılan bazı araştırmalarda buğdayın bakteri ile aşıl原因ması sonucu başakta başakçık sayısının arttığı belirtilmiştir (Öztürk ve ark.,2003; Çığ, 2011; Naeem ve ark., 2018; Sonkurt ve Çığ, 2019). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.5. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) başakta başakçık sayısı değerleri

4.6. Başakta Tane Sayısı (adet/başak)

Başakta tane sayısına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.11.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.12.' de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.6.' da verilmiştir.

Tablo 4.11. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T	K.O.	F	P
Tekerrür	2	51,14333	25,5717	1,0407	0,379
Uygulama	7	381,0063	54,4295	2,2152 ^{öd}	0,0973
Hata	14	343,99	24,5707		
Genel	23	776,1396			
D.K	7,73				

öd: önemli değil

Dinç buğday çeşidinin başakta tane sayısı üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

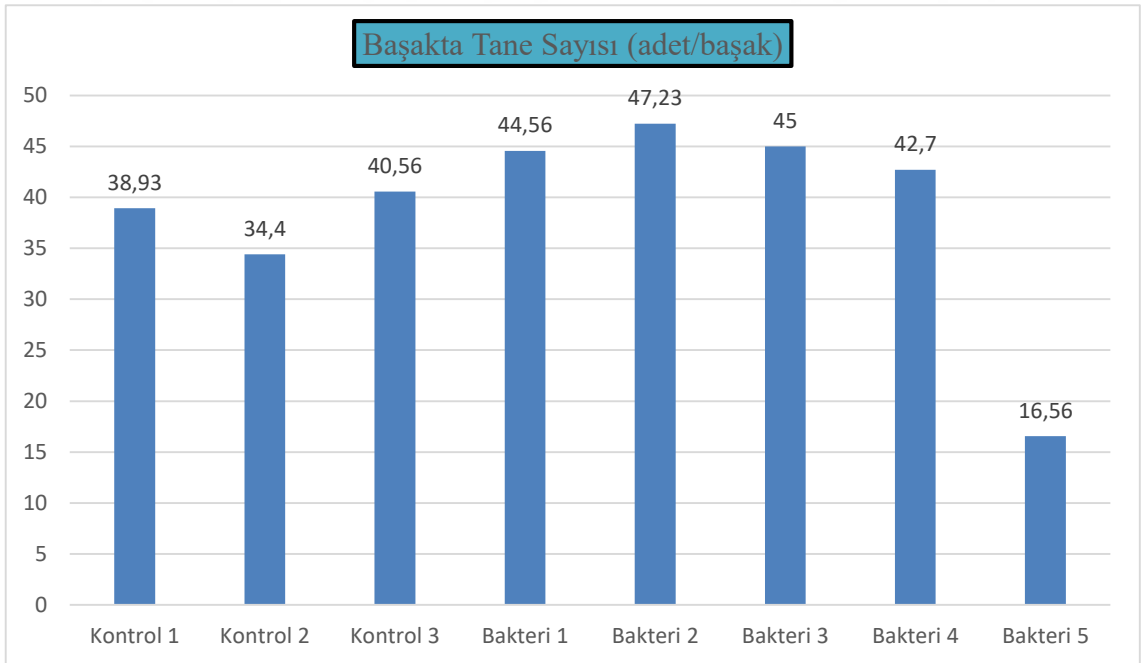
Tablo 4.12. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde başakta tane sayısına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	38,93 ^{ab}
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	34,40 ^b
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	40,56 ^{ab}

<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	44,56 ^a
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	47,23 ^a
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	45,00 ^a
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	42,70 ^{ab}
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	16,56 ^{ab}
Ortalama	38,75
p	0,0973

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek başakta tane sayısı, 47,23 ile *Pseudomonas agarici* (TV24C) bakteri uygulamasından, en düşük başakta tane sayısı ise 16,56 ile *Serretia grimesii* (TV62D) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki başakta tane sayısı bu iki değer arasında yer almıştır. Her ne kadar istatistiki olarak başakta tane sayısında anlamlı bir fark oluşmamış olsa da *Serretia grimesii* (TV62D) bakteri uygulaması dışındaki diğer tüm bakteri uygulamalarındaki başakta tane sayılarının her üç kontrole göre (K1, K2 ve K3) olumlu anlamda ciddi farklılar olduğu görülmektedir. Daha önceden yapılan bazı çalışmalarda bakteri uygulamalarının kontrollere göre başakta tane sayısını arttırdığını ve böylece verimin de arttığı belirtilmiştir (Kader ve ark., 2002; Çiğ, 2011; Naeem ve ark., 2018; Sood ve ark., 2018; Sonkurt ve Çiğ, 2019). Yapılan bu çalışmanın daha önce yapılmış çalışmalarla benzerlik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.6. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) başakta tane sayısı değerleri

4.7. Bin Tane Ağırlığı (gram)

Bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.13.' de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.14.' da, ayrıca grafik halinde Şekil 4.7.' da verilmiştir.

Tablo 4.13. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	6,842415	3,42121	1,4543	0,2668
Uygulama	7	15,204124	2,17202	0,9233 ^{öd}	0,5178
Hata	14	32,934235	2,35245		
Genel	23	54,980774			
D.K	4,33				

öd: önemli değil

Dinç buğday çeşidinin bakteri ve gübre uygulamalarında bin tane ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

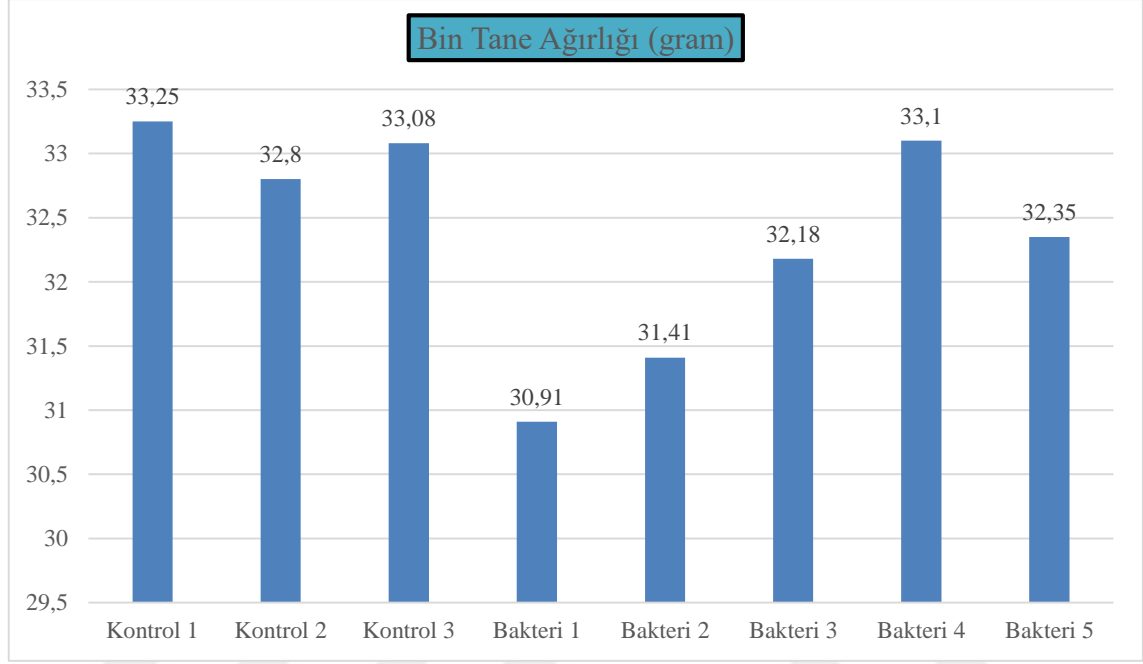
Tablo 4.14. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde bin tane ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	33,25 ^a
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	32,80 ^a
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	33,08 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	30,91 ^a
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	31,41 ^a
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	32,18 ^a
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	33,10 ^a
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	32,35 ^a
Ortalama	32,39
p	0,5178

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek bin tane ağırlığı 33,25 g ile aşısız ve gübresiz kontrol (kontrol 1) uygulamasından, en düşük bin tane ağırlığı ise 30,91 g ile *Bacillus megaterium* (TV61C) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki bin tane ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. Hussain ve Hasnain (2011) yaptıkları çalışmada buğdayın PGPB bakterileriyle aşılınması sonucunda miktarında artış olan IAA hormonu aracılığıyla yüz tane ağırlığında artış sağladığı bildirilmiştir. Daha önceden yapılan çalışmalarda bakteri uygulamalarının bin tane ağırlığını arttırdığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Kader ve ark., 2002;

Gholami ve ark., 2009; Çığ, 2011; Pek ve ark., 2016; Sood ve ark., 2018; Sonkurt ve Çığ, 2019). Bu çalışma ile daha önce yapılan çalışmalar arasında benzerlik bulunmamaktadır. Benzerlik bulunmama sebebinin iklim şartları, kullanılan tohumun farklılığı, kullanılan bakterilerin farklılığı v.b durumlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.7. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) bin tane ağırlığı değerleri

4.8. Tane Verimi (kg/da)

Tane verimine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.15.'da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.16.'da, ayrıca grafik halinde Şekil 4.8.' de verilmiştir.

Tablo 4.15. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde tane verimine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	524,325	262,2	0,5825	0,5715
Uygulama	7	77934,4	11133,5	24,7374**	<,0001
Hata	14	6300,93	450,1		
Genel	23	84759,7			
D.K	6,26				

**p≤0.01 düzeyinde önemli

Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında tane verimi açısından istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

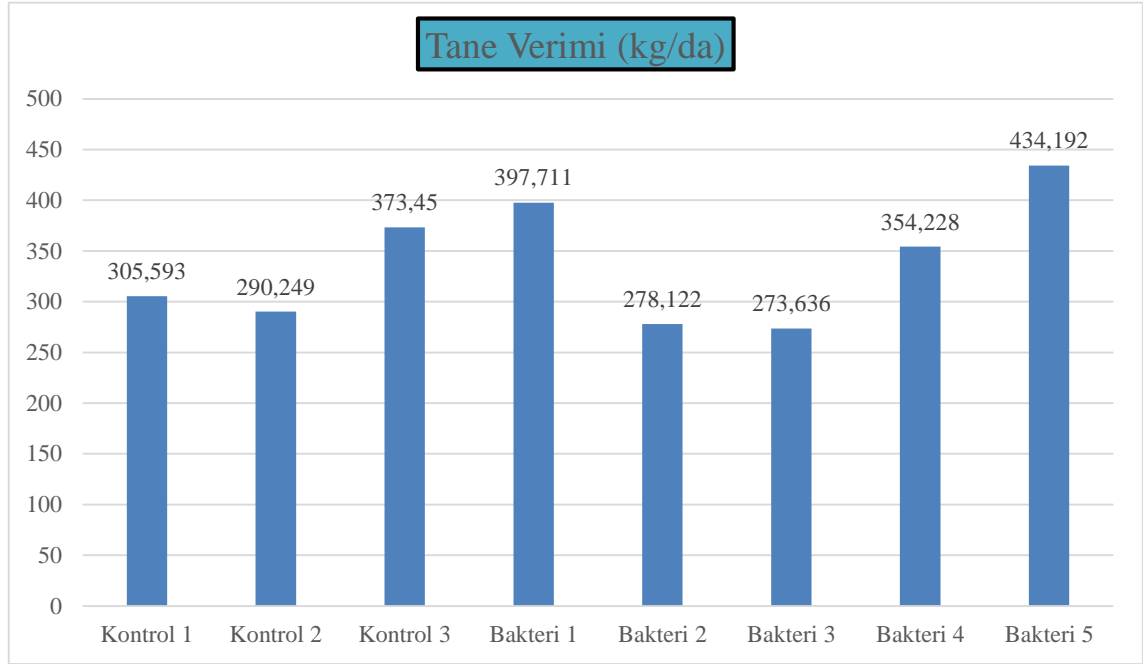
Tablo 4.16. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde tane verimine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	305,593 ^d
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	290,249 ^d
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	373,45 ^{bc}
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	397,711 ^b
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	278,122 ^d
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	273,636 ^d
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	354,228 ^c
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	437,192 ^a
Ortalama	338,397
P	<,0001

**p<0.01 düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek tane verimi 437,192 kg/da ile *Serretia grimesii* (TV62D) uygulamasından, en düşük tane verimi ise 273,636 kg/da ile *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki tane verimi bu iki değer arasında yer almıştır. *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) ve *Pseudomonas agarici* (TV24C) bakteri uygulamaları dışındaki diğer üç bakteri uygulaması ile Aşısız ve Gübresiz Kontrol (K1) arasında tane verimi açısından olumlu anlamda çok ciddi fark bulunmaktadır. Aşısız ve Gübresiz Kontrole (K1) göre tane veriminde *Serretia grimesii* (TV62D) %43, *Bacillus megaterium* (TV61C) %30 ve *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) %15 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. Özellikle *Serretia grimesii* (TV62D) ve *Bacillus megaterium* (TV61C) bakıldığında Aşısız ve %100 Gübreli Kontrol (K3) bile tane verimi oldukça yüksektir. Daha önceden yapılan çalışmalarda bakteri uygulamalarının sağlıklı bitki gelişimini teşvik ettiğini ve sağlıklı bitkinin de tane verimini arttırdığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Kader ve ark., 2002; Afzal ve Bano., 2008; Abbasi v e ark., 2011; Kumar ve ark., 2014; Poureidi ve ark., 2015; Dos Santos ve ark., 2017; Mecarty ve ark., 2017; Naeem ve ark., 2018; Sood ve ark., 2018; Sonkurt ve Çığ., 2019; Javed ve ark., 2020).

Bu yönüyle yapılan çalışma ile daha önceden yapılmış çalışmalar birbiriyle örtüşmektedir.



Şekil 4.8. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) tane verimi değerleri

4.9. Biyolojik Verim (kg/da)

Biyolojik verime 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 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.17. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde biyolojik verimine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	3428,76	1714,4	0,6456	0,5393
Uygulama	7	649542	92791,7	34,9438**	<,0001
Hata	14	37176,4	2655,5		
Genel	23	690147			
D.K	4,98				

**p≤0.01 düzeyinde önemli

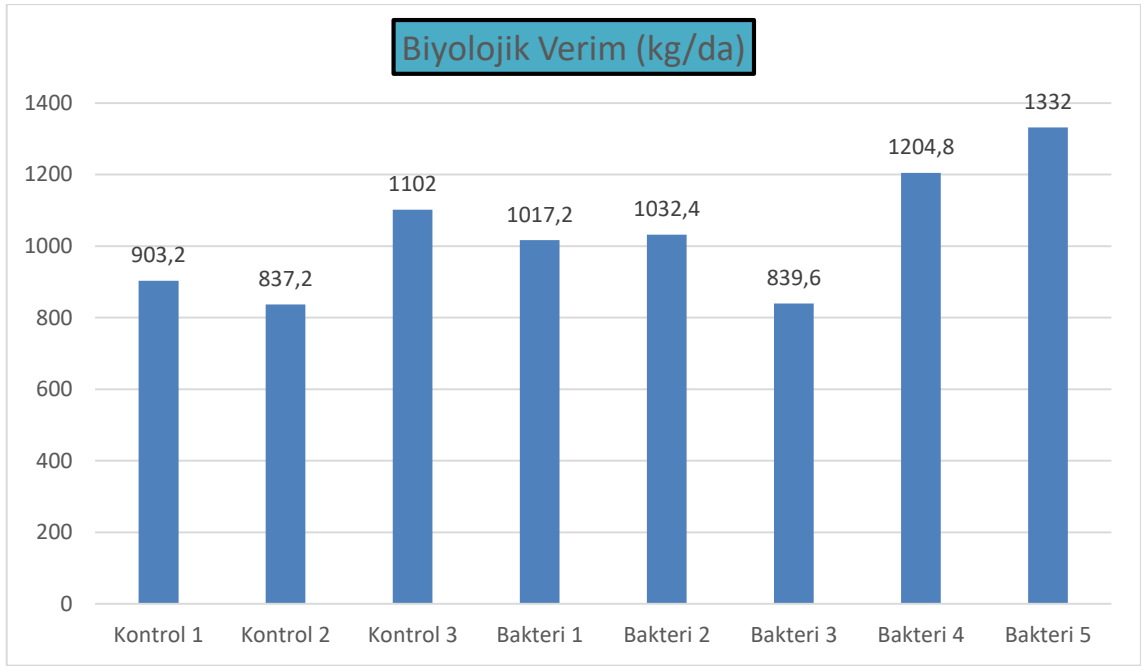
Dinç buğday çeşidinin biyolojik verim üzerinde bakteri uygulaması ve kimyasal gübre uygulamalarının istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4.18. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde biyolojik verimine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	903,2 ^d
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	837,2 ^d
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	1102 ^c
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	1017,2 ^c
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	1032,4 ^c
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	839,6 ^d
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	1204,8 ^b
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	1332 ^a
Ortalama	1033,5
p	<,0001

**p≤0.01 düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek biyolojik verim 1332,00 kg/da ile *Serretia grimesii* (TV62D) bakteri uygulamasından, en düşük biyolojik verim ise 837,20 kg/da ile Aşısız ve %50 Gübreli Kontrol (K2) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki biyolojik verim bu iki değer arasında yer almıştır. *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) uygulamasının kontrol parsellerine göre düşük biyolojik verime sahip olmasına rağmen *Serretia grimesii* (TV62D) uygulamasının, *Arthrobacter globigormis* (TV126C) uygulamasının, *Pseudomonas agarici* (TV24C) uygulamasının ve *Bacillus megaterium* (TV61C) uygulamasının kontrol parsellerine göre yüksek biyolojik verime sahip olduğu tespit edilmiştir. Özellikle *Serretia grimesii* (TV62D) uygulamasının Aşısız ve Gübresiz Kontrole (K1) göre %47 oranında ve Aşısız ve %100 Gübreli Kontrole (K3) göre de %20 oranında biyolojik verimde artış sağladığı tespit edilmiştir. Daha önceden yapılmış araştırmalarda bakteri uygulamasının vegetatif aksamı teşvik ettiği ve bunun da biyolojik verimi arttırdığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Kader ve ark., 2002; Kumar ve ark., 2014; Hussain ve ark., 2016; Dos Santos ve ark., 2017; Mecarty ve ark., 2017; Inwati ve ark., 2018; Naeem ve ark., 2018). Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar ile daha önceden yapılmış çalışmalar birbiriyle örtüşmektedir.



Şekil 4.9. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) biyolojik verim değerleri

4.10. Hektolitre Ağırlığı (kg/100 l)

Hektolitre ağırlığına 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 4.10.' da verilmiştir.

Tablo 4.19. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	14,79083	7,39542	3,8173	0,0475
Uygulama	7	30,08	4,29714	2,2181 ^{öd}	0,0969
Hata	14	27,1225	1,93732		
Genel	23	71,99333			
D.K	2,81				

öd: Önemli değil

Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında hektolitre ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

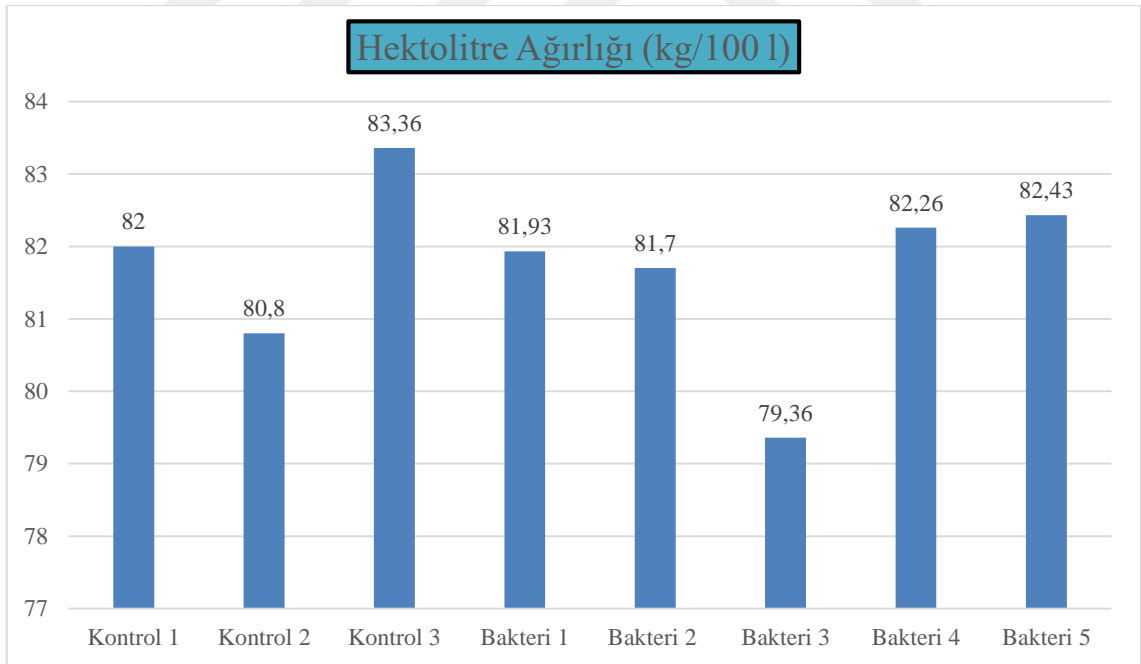
Tablo 4.20. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hektolitre ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	82,00 ^{ab}

Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	80,80 ^{bc}
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	83,36 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	81,93 ^{ab}
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	81,70 ^{abc}
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	79,36 ^c
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	82,26 ^{ab}
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	82,43 ^{ab}
Ortalama	81,73
p	0,0969

öd: Önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek hektolitre ağırlığı 83,36 kg ile %100 Gübrelili Kontrol (kontrol 3) uygulamasından, en düşük hektolitre ağırlığı ise 79,36 kg ile *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) bakteri uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalardaki hektolitre ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. Sadece *Serretia grimesii* (TV62D) ile *Arthrobacter globigormis* (TV126C) bakteri uygulanmış parsellerdeki hektolitre ağırlığı Aşısız ve Gübresiz Kontrole (K1) göre daha yüksek bulunmuştur. Daha önceden yapılmış çalışmalarda bakteri uygulamasının verimin önemli bir parametresi olan hektolitre ağırlığını arttırdığı belirtilmiştir. (Çığ, 2011; Pek ve ark., 2016; Sonkurt ve Çığ, 2019; Aslan ve ark., 2020)



Şekil 4.10. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) hektolitre ağırlığı değerleri

4.11. On Başak Ağırlığı (gram)

On başak ağırlığına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.21.'da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.22.'de, ayrıca grafik halinde Şekil 4.11.' de verilmiştir.

Tablo 4.21. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde on başak ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	6,47611	3,2381	0,446	0,6489
Uygulama	7	154,0156	22,0022	3,0308*	0,0368
Hata	14	101,63423	7,2596		
Genel	23	262,12593			
D.K	11,26				

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında on başak ağırlığı açısından istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

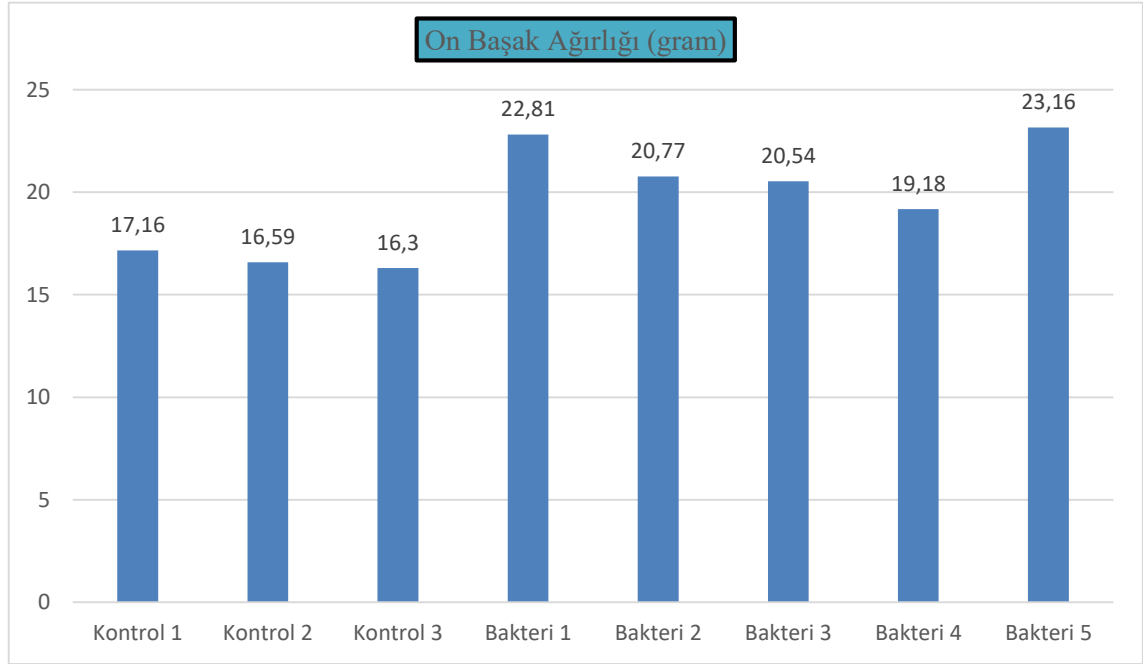
Tablo 4.22. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde on başak ağırlığına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	17,16 ^b
Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	16,59 ^b
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	16,30 ^b
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	22,81 ^a
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	20,77 ^{ab}
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	20,54 ^{ab}
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	19,18 ^{ab}
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	23,16 ^a
Ortalama	19,56
p	0,0368

* $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek on başak ağırlığı 23,16 gram ile *Serretia grimesii* (TV62D) uygulamasından, en düşük on başak ağırlığı ise 16,30 gram ile Aşısız ve %100 Gübrelili Kontrol (K3) uygulamasından elde edilmiş, diğer uygulamalardaki on başak ağırlığı bu iki değer arasında yer almıştır. Bütün bakteri uygulamalarının her üç kontrol uygulamasına göre de on başak ağırlığı verim ögesi parametresinde ciddi üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış çalışmalarda bakteri uygulamasının on başak-koçan ağırlığını attırdığı bazı araştırmacılar

tarafından belirtilmiştir (Altunlu ve ark., 2019; Efe ve Çığ., 2020). Mevcut çalışma ile daha önce yapılmış çalışmalar birbiriyle örtüşmektedir.



Şekil 4.11. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) on başak ağırlığı değerleri

4.12. Protein Oranı (%)

Protein değerine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.23.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.24.'de ayrıca grafik halinde Şekil 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.23. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde protein değerine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	5,275833	2,63792	8,8829	0,0032
Uygulama	7	3,37625	0,48232	1,6242 ^{öd}	0,2082
Hata	14	4,1575	0,29696		
Genel	23	12,809583			
D.K	2,40				

öd: önemli değil

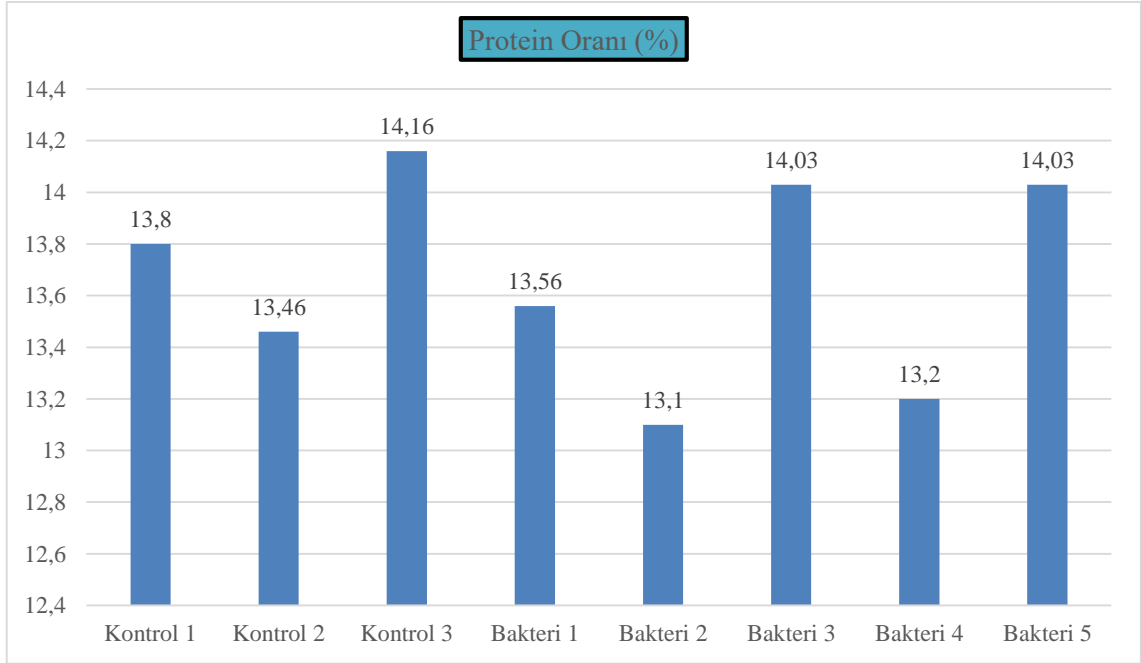
Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında protein değeri açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 4.24. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde protein değerine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	13,80 ^{ab}
Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	13,46 ^{ab}
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	14,16 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	13,56 ^{ab}
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	13,10 ^{ab}
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	14,03 ^{ab}
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	13,20 ^b
<i>Serratia grimesii</i> (TV62D)	14,03 ^{ab}
Ortalama	13,66
p	0,2082

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidinde ait en yüksek protein değeri, 14,16 ile Aşısız ve %100 Gübrelili Kontrol (K3) uygulamasından, en düşük protein değeri ise 13,10 ile *Pseudomonas agarici* (TV24C) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki protein değeri bu iki değer arasında yer almıştır. 14,03 protein değeri ile *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) ve *Serratia grimesii* (TV62D) bakteri uygulamalarının Aşısız ve Gübresiz Kontrole göre üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Daha önceden yapılmış çalışmalarda da bakteri uygulamasının bitkilerde protein oranını arttırdığı belirtilmiştir (Afzal ve Bano., 2008; Naseem ve Bano., 2014; Sezen ve ark., 2016). Mevcut araştırma önceki çalışmalarla benzerlikler göstermektedir.



Şekil 4.12. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) protein değerleri

4.13. Sedimentasyon Değeri (ml)

Sedimentasyon değerine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.25.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.26.'da ayrıca grafik halinde Şekil 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.25. Farklı bakteri suşları ile aşılanan din buğday (*Triticum aestivum* L.) eşidinde sedimentasyon değerine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	303,3033	151,652	6,941	0,008
Uygulama	7	225,0517	32,15	1,4715 ^{öd}	0,2546
Hata	14	305,8833	21,849		
Genel	23	834,2383			
D.K	21,90				

öd: önemli değil

Din buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında sedimentasyon değeri açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

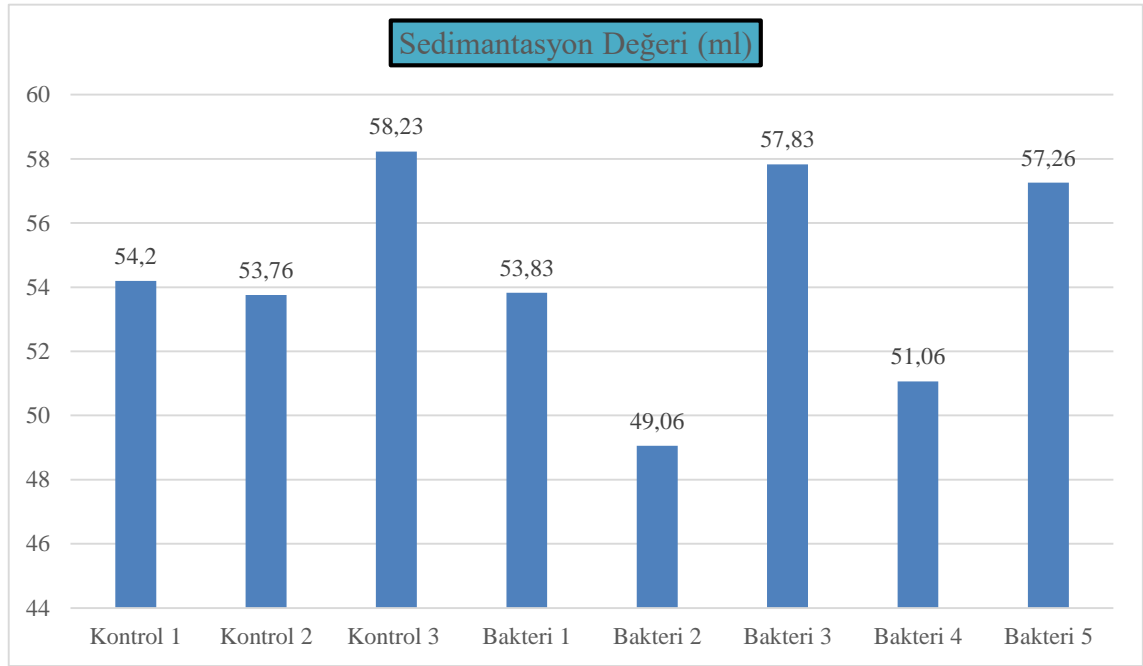
Tablo 4.26. Farklı bakteri suşları ile aşılanan din buğday (*Triticum aestivum* L.) eşidinde sedimentasyon değerine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	54,20 ^{ab}
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	53,76 ^{ab}
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	58,23 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	53,83 ^{ab}
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	49,06 ^b
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	57,83 ^a
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	51,06 ^{ab}
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	57,26 ^a
Ortalama	54,40
P	0,2546

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek sedimentasyon değeri, 58,23 ile Aşısız ve %100 Gübreli Kontrol (K3) uygulamasından, en düşük sedimentasyon değeri ise 49,06 ile *Pseudomonas agarici* (TV24C) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki sedimentasyon değeri bu iki değer arasında yer almıştır. 57,83 ml sedimentasyon değeri ile *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) ve 57,26 ml sedimentasyon değeri ile de *Serretia grimesii* (TV62D) bakteri uygulamalarının Aşısız ve Gübresiz Kontrole göre üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan detaylı literatür

araştırmasında bakteri uygulamasının buğday sedimantasyon değeri üzerine etkisi ile alakalı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.



Şekil 4.13. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) sedimantasyon değerleri

4.14. Yaş Gluten Oranı (%)

Yaş gluten oranına ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.27.'de, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.28.'de ayrıca grafik halinde Şekil 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.27. Farklı bakteri suşları ile aşılanan ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde gluten oranına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	26,2675	13,1337	8,6032	0,0037
Uygulama	7	16,79625	2,3995	1,5718 ^{öd}	0,2231
Hata	14	21,3725	1,5266		
Genel	23	64,43625			
D.K	6,30				

öd: önemli değil

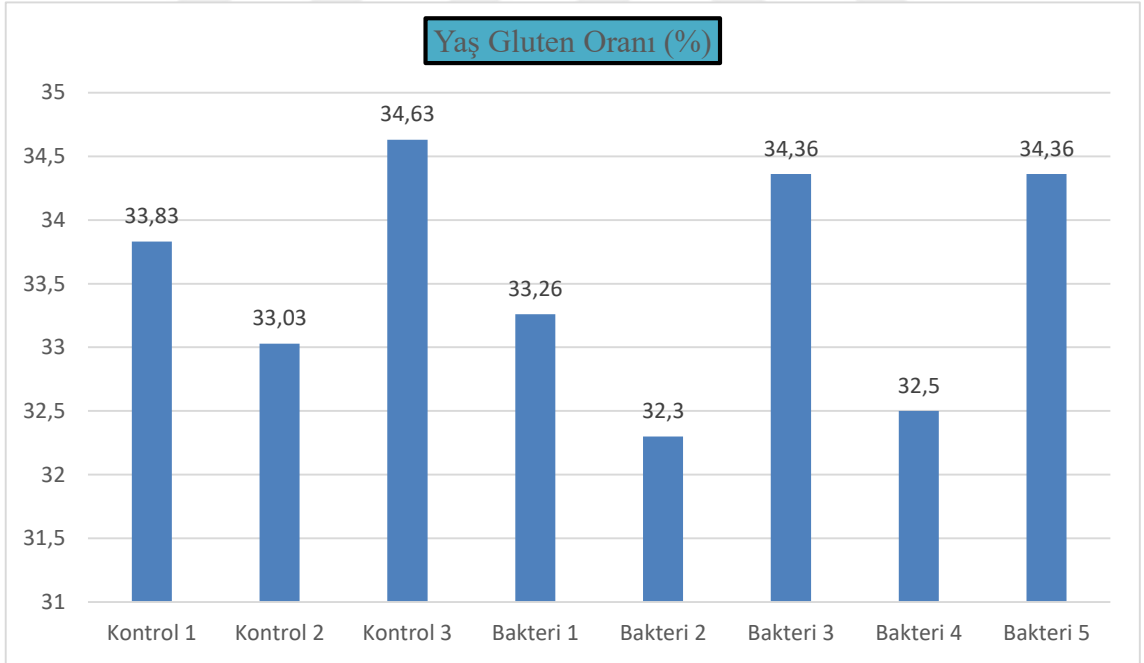
Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında yaş gluten oranı açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 4.28. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde gluten oranına ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	33,83 ^{ab}
Aşısız ve % 50 Gübrelili Kontrol	33,03 ^{ab}
Aşısız ve % 100 Gübrelili Kontrol	34,63 ^a
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	33,26 ^{ab}
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	32,30 ^b
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	34,36 ^{ab}
<i>Arthrobacter globiformis</i> (TV126C)	32,50 ^{ab}
<i>Serratia grimesii</i> (TV62D)	34,36 ^{ab}
Ortalama	33,53
p	0,2231

öd: önemli değil

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek yaş gluten oranı, 34,63 ile Aşısız ve %100 Gübrelili Kontrol (K3) uygulamasından, en düşük yaş gluten oranı ise 32,30 ile *Pseudomonas agarici* (TV24C) bakteri uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki yaş gluten oranları bu iki değer arasında yer almıştır. 34,36 yaş gluten oranı ile *Brevibacillus choshinensis* (TV53D) ve *Serratia grimesii* (TV62D) bakteri uygulamalarının Aşısız ve Gübresiz Kontrole göre üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan detaylı literatür araştırmasında bakteri uygulamasının buğday sedimantasyon değeri üzerine etkisi ile alakalı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.



Şekil 4.14. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) yaş gluten oranı

4.15. Hasat İndeksi (%)

Hasat İndeksine ilişkin varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.29.'da, elde edilen verilerin ortalamaları ve gruplandırmaları ise Tablo 4.30.'da ayrıca grafik halinde Şekil 4.15.'de verilmiştir.

Tablo 4.29. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hasat indeksine ait varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F	P
Tekerrür	2	0,00325	0,0016	0,0006	0,9994
Uygulama	7	274,862	39,266	14,5304**	<,0001
Hata	14	37,8325	2,7023		
Genel	23	312,698			
D.K	4,99				

**p≤0.01 düzeyinde önemli

Dinç buğday çeşidinde bakteri ve gübre uygulamalarında hasat indeksi açısından istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

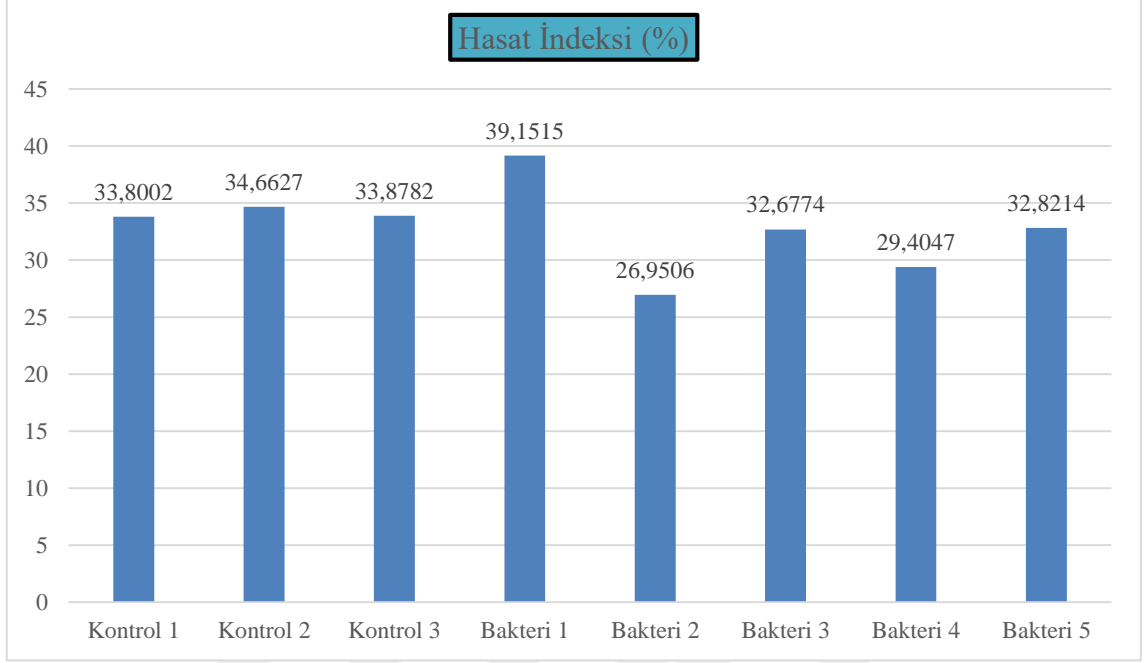
Tablo 4.30. Farklı bakteri suşları ile aşılanan dinç buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinde hasat indeksine ait ortalamalar ve Tukey's HSD test analizi sonuçları

Uygulama	Ortalamalar
Aşısız ve Gübresiz Kontrol	33,8002 ^b
Aşısız ve % 50 Gübreli Kontrol	34,6627 ^b
Aşısız ve % 100 Gübreli Kontrol	33,8782 ^b
<i>Bacillus megaterium</i> (TV61C)	39,1515 ^a
<i>Pseudomonas agarici</i> (TV24C)	26,9506 ^c
<i>Brevibacillus choshinensis</i> (TV53D)	32,6774 ^b
<i>Arthrobacter globigormis</i> (TV126C)	29,4047 ^c
<i>Serretia grimesii</i> (TV62D)	32,8214 ^b
Ortalama	32,9184
P	<,0001

**p≤0.01 düzeyinde önemli

Uygulamalar yönünden Dinç buğday çeşidine ait en yüksek hasat indeksi, 39,1515 ile *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) bakteri uygulamasından, en düşük hasat indeksi ise 26,9506 ile *Bacillus atrophaeus* (TV83D) uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardaki hasat indeksi bu iki değer arasında yer almıştır. *Stenotrophomonas maltophilia* (TV14B) uygulamasının hasat indeksi açısından üç kontrole göre de ciddi üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Daha önceden yapılmış çalışmalarda da bakteri uygulamasının hasat indeksine olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir (Çığ., 2011; Baloach ve ark., 2014; Sonkurt ve Çığ., 2019). Genel olarak bakteri uygulamalarının tamamının

kimyasal gübrelemeye göre hasat indeksinde istatistiki olarak olumlu ve önemli artışa sebep olduğu görülmüştür. Mevcut araştırma önceki çalışmalarla benzer sonuçlar göstermiştir.



Şekil 4.14. Uygulamalara göre buğdayda (Dinç) hasat indeksi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan bitkilerin yetiştirilmesinde yoğun kimyasal gübre kullanılmasının sebep olduğu doğal kaynakların tükenmesinin yanı sıra insan ve çevreye olan zararı da göz ardı edilerek, birim alandan daha fazla verim elde etme düşüncesi son yüzyılda hakim olmuş olsa da; artan maliyet ile birlikte doğal kaynakların korunması, toprak, çevre ve insan sağlığı gibi canlılığın devamı için hayati öneme sahip konular bitki beslemede kimyasal gübrelere alternatif statüde olan mikrobiyal gübreler üzerine araştırma yapmayı kaçınılmaz kılmıştır. Yapılan bu çalışma ile mikrobiyal gübreleme içerisinde önemli bir yere sahip olan bakteri strainlerinin dünyada insan beslenmesinde en fazla kullanılan gıda olan buğdayın verim ve verim öğeleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Tarla koşullarında 2019-2020 buğday yetiştirme sezonunda denemeye tabi tutulan ve PGPB etkinliği sera ve tarla koşullarında daha önceden ortaya konulan TV61C (*Bacillus megaterium* azot bağlayıcı), TV24C (*Pseudomonas agarici* azot bağlayıcı), TV53D (*Brevibacillus choshinensis* azot bağlayıcı ve fosfat çözücü), TV126C (*Arthrobacter globigormis* azot bağlayıcı) ve TV62D (*Serretia grimesii* azot bağlayıcı), bakteri strainleri ve kimyasal gübrelemenin ekmeleklik buğdayda verim ve verim öğeleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan bakteri strainlerinin buğdayda (Dinç) verim ve verim öğelerinden bitki boyunu, m²'deki başak sayısını, başakta başakçık sayısını, tane verimini, biyolojik verimi, on başak ağırlığını ve hasat indeksini istatistiki olarak önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. On başak ağırlığında tüm bakteri uygulamaları her üç kontrol uygulamalarına üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Başakta başakçık sayısında sırasıyla *Arthrobacter globigormis* (TV126C-azot bağlayıcı) (17,23 adet/başak), *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) (16,56 adet/başak) ve *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) (16,36 adet/başak) her üç kontrole de üstünlük sağladıkları belirlenmiştir.

Serretia grimesii (TV62D-azot bağlayıcı) m²'deki başak sayısı (79,66 m²/adet), tane verimi (437,162 kg/da), biyolojik verim (1332,00 kg/da) ve on başak ağırlığında (23,16 gr) *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) bakteri straini ise hasat indeksinde (%39,1515) her üç kontrole ve diğer tüm bakteri uygulamalarına göre istatistiki olarak önemli ölçüde üstünlük sağladığı belirlenmiştir.

Brevibacillus choshinensis (TV53D-azot bağlayıcı, fosfat çözücü) ile *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) bitki boyunu sırasıyla (57,07 cm) ve (54,90 cm) ile aşısız ve gübresiz kontrole göre (Kontrol 1) (50,10 cm) arttırdığı belirlenmiştir. m²'deki başak sayısında *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) (79,66 adet/m²), *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) (73,00 adet/m²) ve *Arthrobacter globiformis* (TV126C-azot bağlayıcı) (68,33 adet/m²) ile her üç kontrole de üstünlük sağladığı belirlenmiştir. Tane veriminde *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) (437,162 kg/da), *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) (397,711 kg/da) ve *Arthrobacter globiformis* (TV126C-azot bağlayıcı) (354,228 kg/da) bakteri uygulamalarının her üç kontrole de üstünlük sağladıkları tespit edilmiştir. Biyolojik verimde *Brevibacillus choshinensis* (TV53D-azot bağlayıcı, fosfat çözücü) (839,60 kg/da) hariç diğer tüm bakteri strainleri hem aşısız ve gübresiz kontrole (Kontrol 1) hemde aşısız ve %50 gübreli kontrole (Kontrol 2) üstünlük sağladıkları tespit edilmiştir.

Bacillus megaterium (TV61C-azot bağlayıcı) bakteri straini başakta başakçık sayısını (16,36 adet/başak) ve başakta tane sayısını (44,56 adet/başak), *Pseudomonas agarici* (TV24C) bakteri straini başakta tane sayısını (47,23 adet/başak), *Brevibacillus choshinensis* (TV53D-azot bağlayıcı, fosfat çözücü) bakteri straini başak boyunu (7,70 cm), kardeş sayısını (2,86 adet), başakta tane sayısını (45,00 adet/başak), protein oranını (% 14,03), sedimantasyon değerini (57,83 ml) ve gluten oranını (% 34,36), *Arthrobacter globiformis* (TV126C-azot bağlayıcı) bakteri straini kardeş sayısını (3,10 adet), başakta başakçık sayısını (17,23 adet/başak) ve hektolitre ağırlığını (82,26 kg/100 l) ve *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) bakteri straini ise başakta başakçık sayısını (16,56 adet/başak), hektolitre ağırlığını (82,43 kg/100 l), protein oranını (%14,03), sedimantasyon değerini (57,83 ml) ile gluten oranını (%34,36) istatistiki olarak önemli olmasa da aşısız ve gübresiz kontrole göre (Kontrol 1) arttırdıkları belirlenmiştir. *Pseudomonas agarici* (TV24C-azot bağlayıcı) bakteri straini başakta tane sayısında (47,23 adet/başak), *Brevibacillus choshinensis* (TV53D-azot bağlayıcı, fosfat çözücü) bakteri straini başak boyunda (7,70 cm) ve *Arthrobacter globiformis* (TV126C-azot bağlayıcı) bakteri straini ise kardeş sayısında (3,10 adet) istatistiki olarak önemli olmasa da diğer tüm uygulamalara üstünlük sağladığı belirlenmiştir.

Aşısız ve gübresiz kontrole göre *Arthrobacter globiformis* (TV126C-azot bağlayıcı) bakteri straini tane verimini %13,72 oranında, *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) bakteri straini ise %23,16 oranında arttırdığı belirlenmiştir. *Serretia*

grimesii (TV62D-azot bağlayıcı) bakteri straini ise tane verimini aşısız ve gübresiz kontrole göre %30, aşısız ve %50 gübreli kontrole göre %33,60 ve aşısız ve %100 gübreli kontrole göre de %14,57 oranında arttırdığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; Dinç buğday çeşidinde uygulanan biyogübre uygulamaları ve farklı dozlardaki kimyasal gübre uygulamalarının verim ve verim ögeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) bakteri straininin birçok verim ögesinde hem kontrollere hem de diğer bakteri strainlerine üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Özellikle tane verimi üzerine olan etkileri ile *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) (437,162 kg/da) ve *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) (397,711 kg/da) bakteri strainlerinin diğer tüm uygulamalara üstünlük sağlaması sebebiyle bu iki bakteri straininin biyogübre materyali olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Yapılan çalışma sonucunda birçok verim ögesine olumlu etkide bulunan *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı) bakteri straininin dışında *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) bakteri straini ve *Arthrobacter globigormis* (TV126C-azot bağlayıcı) bakteri strainleri ümitvar bulunmuş olup, çalışmada kullanılan bakteri strainlerinin tarla denemelerinde en az iki yıllık bir çalışma sonucunda ve değişik buğday çeşitleri ve farklı bitki türleri ile farklı iklim ve toprak koşullarında yapılması gerektiği düşünülmektedir. Bunun yanısıra çalışmada kullanılan bakteri strainlerinin özellikle *Serretia grimesii* (TV62D-azot bağlayıcı), *Bacillus megaterium* (TV61C-azot bağlayıcı) ve *Arthrobacter globigormis* (TV126C-azot bağlayıcı) bakteri strainlerinin ikili ve hatta üçlü kombinasyonlarının kullanılması sonucu bakterilerin potansiyellerinin ortaya çıkarılacağı ve kimyasal gübrelere alternatif biyogübre kaynakları olabileceği 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.
- Altunlu, H., Demiral, O., Dursun, O., Sönmez, M., Ergün, K., 2019. Mikrobiyal gübre uygulamasının tatlı mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi ve verim üzerine etkileri *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 50 (1): 32-39, 2019
- Alvarez, M.I., Sueldo, R.J., Barassi, C.A., 1996. Effect of *Azospirillum* on coleoptile growth in wheat seedlings under water stress. *Cereal Research Communications*, 24, 101–107.
- Andrews, J.H., Harris, R.F., 2000. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces, *Annual Reviews of Phytopathology*, 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.
- Aslan, H., Barut, H., Aykanat, S., Hekimoğlu, E.G., 2020. The effect of leaf applications 'Bio-fertilizers' on yield and some yield components of wheat at different development periods. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 8 (12): 2635-2642, 2020.
- Atak, M., 2017. Buğday ve Türkiye Buğday Köy Çeşitleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 71-88.
- Baloach, N., Yousaf, M., Akhter, W.P., Fahad, S., Ullah, B., Qadir, G., Ahmed, Z.I., 2014. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3 (6) 549-554.
- 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.
- 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 in Plant Science*, 17, 478–486.
- 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.
- 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.
- 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. *Canadian Journal of Microbiology*, 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).

Çelikten, M. ve Bozkurt, İ., 2018. Buğdayda kök bölgesinden izole edilen bakterilerin buğday gelişimine olan etkilerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*.23 (1), 33-48.

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.

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.

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 Salamone, I.E.G., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 2001. Cytokinin production by plant growth promoting rhizobacteria and selected mutants, *Canadian Journal of Microbiology*, 47, 404–411.

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. and 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.
- Egemberdieva, D., 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Applied Soil Ecology*. 36(2-3):184-189.
- Egemberdieva, D., 2008. Plant growth promoting properties of rhizobacteria isolated from wheat and pea grown in loamy sand. *Turkis Journal of Biology* 329-15
- 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*, *Applied Soil Ecology*, 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, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 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.
- Gholami, A., Shahsavani, S., Nezarat, S., 2009. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 49

- 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.
- Gökçe, A. Y., Kotan, R., 2016. Buğday kök çürüklüğüne neden olan *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)'ya karşı PGPR ve biyoajan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkanlarının araştırılması, *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (1), 49-75.
- Güven, Ş., 2016. Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. *Turkish Journal Agricultural Economics*. 22, 1
- Hoseney, R.C., 1986. Principles of Cereal Science and Technology, American Association of Cereal Chemists. *Ins. St. Paul Minnesota, Cereal Chem.* 37, 9-18.
- Hussain, A., Hasnain, S., 2011. Phytostimulation and biofertilization in wheat by cyanobacteria. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 38:85-92.
- Hussain, M., Asgher, Z., Tahir, M., Ijaz, M., Shahid, M., Ali, H., Sattar, A., 2016. Bacteria in combination with fertilizers improve growth, productivity and net returns of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(3).
- Hussain, M. B., Zahir, Z. A., Asghar, H. N., Mubarak, R., Naveed, M., 2016. Efficacy of rhizobia for improving photosynthesis, productivity and mineral nutrition of maize, *CLEAN – Soil, Air, Water*, 44, 1564-1571.
- 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*.

- 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.
- Javed, H., Riaz, A., Qureshi, A., Javed, K., Mujeed, F., Ijaz, F., Akhtar, M.M., Ali, M.A., Gul, R., Aftab, M., 2019. Isolation characterization and screening of PGPR capable of providing relief in salinity stress, *Eurasian Journal of Soil Science*, 9(2), 85-91.
- 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.
- Kadioğlu, B., Canpolat, Y, M., 2016. Farklı yetiştirme ortamlarında bazı bakterilerin buğday ve mısır gelişimi üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 7(2) 139 – 148.
- 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, A., Maurya, B. R., Raghuvanshi, 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., Kumar, P. R., Ramteka, P.W., 2017. Effect of PGPR on Improving the Germination of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under pH Stress Condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(12): 4294-4302.

- 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, *Journal of Experimental Botany*, 55, 27–34.
- Matsuoka Y, 2011. Evaluation of polyploid Triticum wheats under cultivation: The role of domestication, natural hybridization and allopolyploid specification in their diversification. *Plant and Cell Physiology*, 52(5): 750-764.
- McCarty, S., Chauhan, D., McCarty, 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.
- 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.
- 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.
- 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*. AACC, Washington, DC.
- Müller, T., Behrendt, U., Ruppel, S., von der Waydbrink, 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.
- Naseem, H. and 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., 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.
- Oral, B., Mustafa, E., Çakmakçı, R., 2006. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri aşılama larının buğday (*Triticum aestivum* L., Konya) ve ıspanak (*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.
- Paradhan, A., Mishra, B. B., 2015. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on germination and growth of rice (*Oryza sativa* L.), *An International Quarterly Journal Of Environmental Sciences*, 9(1&2): 213-216.
- Patten, C.L. and 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.
- Pek, A., Bower, R., Aykanat, S., Barut, H., 2016. Buğday Tarımında Twin-N Uygulamalarının Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. *Çukurova Tarım Gıda Bilim Dergisi*. 31 (3): 171-177, 2016 (Özel Sayı).
- Persello-Cartieaux, F., David, P., Sarrobert, C., Thibaud, M.C., Achousk, W., Robaglia, C., Nussaume, L., 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.

- 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. *Indian Journal of Experimental Biology*, Vol 47, pp. 993-1000.
- 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.
- Sekar, S. and Kandavel, D., 2010. Interaction of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and endophytes with medicinal plants– new avenues for phytochemicals, *J Phytol*, 2, 91–100.
- Sezen, A., Ozdal, M., Koc, K., Algur, Ö.F., 2016. Isolation and characteriazion of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and their effects on improving growth of wheat. *Journal of Applied Biological Science*. 10 (1): 41-46, 2016.
- 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. and Drahos, D.J., 1994. Marking soil bacteria with lacZY. 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. p. 689-706.
- Şahin, E., Karagöz, K., Çakmakçı, R., Tosun, M., 2010. Azot fiksasyonu ve fosfat çözücü bitki gelişimini teşvik edici bakteri aşulamalarının arpa gelişimine etkisi, *Türkiye IV. Organik tarım sempozyumu*, Erzurum.
- 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.
- Tahir, M., Kalid, U., Ijaz, M., Shah, G. Mustafa., Naeem, M. Asif., Shahid, M., Mahmood, K., Ahmad, N., 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* 49 S (2018) 15-24.
- Tosun, O., Genç, İ., Yurtman, N., 1971. Buğdayın çimlenme ve sürmesine ticaret gübrelere 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.
- Tunç, N., 2017. Avrupa birliği'nde kullanılan biyolojik gübreler ve biyolojik gübre kullanım potansiyelinin belirlenmesi (AB Uzmanlık Tezi), *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı*, 32-33.

- Ünver, S., 1995. Buğdayda tohum iriliğinin 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, G.G., Arora, D.K., Rajendran, T.P., Srivastava, A.K., (eds) *Agriculturally important microorganisms*, *Academic World*, Bhopal, pp 225–246.
- 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.
- 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.
- 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.

Zohary, D., Hopf, M., 2000. Domestication of plants in the old world, 3rd ed. Clarendon Press, Oxford, UK.

URL-1 <https://tr.wikipedia.org/wiki/D%C3%BCnya_n%C3%BCfusu>, [Ziyaret Tarihi 18 Eylül 2020].

URL-2 <<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf>>, [Ziyaret Tarihi 15 Eylül 2020].

URL-3 <<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>>, [Ziyaret Tarihi 24 Kasım 2020].

URL-4
<https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/57399/mod_resource/content/0/2.tah%C4%B1%20teknolojisi%20.pdf>, [Ziyaret Tarihi 20 Kasım 2020].

URL-5, URL-6, URL-7, URL-8
<https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiye_nin_buday_atlas_web.pdf?6140/turkiyeninbugdayatlasi>, [Ziyaret Tarihi 24 Kasım 2020].

URL-9 <https://www.ifastat.org/databases/graph/1_1>, [Ziyaret Tarihi 24 Kasım 2020].

URL-10 <<http://www.fao.org/3/ca6746en/CA6746EN.pdf>>, [Ziyaret Tarihi 25 Kasım 2020].

URL-11 <https://www.topcropmanager.com/world-outlook/global_wheat-production-and-fertilizer-use-13030>, [Ziyaret Tarihi 25 Kasım 2020].

URL-12 <<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/a0787e/A0787E00.pdf>>, [Ziyaret Tarihi: 11 Mayıs 2020].

URL-13
<<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/G%C3%BCbre%20Sekt%C3%BCr%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf>>, [Ziyaret Tarihi 25 Kasım 2020].

URL-14, URL-15
<https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/111054/mod_resource/content/0/G%C3%BCbre%20Kullan%C4%B1m%C4%B1n%C4%B1n%20%C3%96yk%C3%BCs%C3%BC%20%281%29.pdf>, [Ziyaret Tarihi 25 Kasım 2020].

URL-16 <<https://www.toros.com.tr/tr/gubre>>, [Ziyaret Tarihi 25 Kasım 2020].

URL-17
<<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gaputaem/Belgeler/%C3%A7e%C5%9Fit%20belgeleri/t%C3%BCrk%C3%A7e/ekmeklik%20bu%C4%9Fday/din%C3%A7.pdf>>, [Ziyaret Tarihi 1 Aralık 2020].

URL-18

<<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MARDIN>>, [Ziyaret Tarihi 1 Aralık 2020].



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Cebrail ERBEYİ

EĞİTİM

Üniversite	Fakülte	Alt Program	Öğrenim Dönemi
Dicle Üniversitesi	Ziraat Fakültesi	Bitki Koruma İngilizce Hazırlık	2005-2010

İŞ DENEYİMLERİ

YIL	KURUM	GÖREVİ
22/03/2011-04/06/2012	Pervari İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi
04/06/2012-10/03/2015	Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şubesi)	Ziraat Mühendisi
10/03/2015-28/08/2017	Artuklu İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi
28/08/2017-14/04/2021	Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (Proje Birimi)	Ziraat Mühendisi
14/04/2021-....	Mardin İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şubesi/Zirai İlaç Birimi)	Ziraat Mühendisi