



MİKROBİYOLOJİK GÜBRE OLARAK  
*Bacillus Subtilis*'in BUĞDAY BİTKİSİNİN VERİM VE  
BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ

**Sencer ÖZTÜFEKÇİ**



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİKROBİYOLOJİK GÜBRE OLARAK *Bacillus subtilis*'in BUĞDAY  
BİTKİSİNİN VERİM VE BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ**

**Sencer ÖZTÜFEKÇİ**

Doç. Dr. Murat Ali TURAN  
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

BURSA – 2015

## TEZ ONAYI

Sencer ÖZTÜFEKÇİ tarafından hazırlanan “**Mikrobiyolojik Gübre Olarak *Bacillus subtilis*'in Buğday Bitkisinin Verim ve Besin Elementi Alımına Etkisi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Murat Ali TURAN

**Başkan:** Doç. Dr. Murat Ali TURAN İmza  
U. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki  
Besleme Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. A. Vahap KATKAT İmza  
U. Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki  
Besleme Anabilim Dalı

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT İmza  
U. Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Teknolojisi Anabilim  
Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ali Osman DEMİR**  
**Enstitü Müdürü**  
.././....(Tarih)

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım  
bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

.../.../.....

**İmza**

**Ad ve Soyadı**

## ÖZET

Yüksek Lisans

MİKROBİYOLOJİK GÜBRE OLARAK *Bacillus subtilis*'İN BUĞDAY BİTKİSİNİN  
VERİM VE BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ

**Sencer ÖZTÜFEKÇİ**

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. M. Ali TURAN

Bu çalışmada *Bacillus subtilis* Ch-13 bakterisi içeren mikrobiyolojik gübrenin buğday bitkisinin besin elementi alımı ve verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla tesadüf blokları deneme desenine göre arazi koşullarında üç tekerrürlü bir deneme yürütülmüştür. Denemede ekmelek buğday çeşidi olan Pehlivan kullanılmıştır. Bitkilerin vejetasyon süresince, deneme konusu olan azot etkinliği araştırılırken, fosfor noksanlığından etkilenmemesini sağlamak amacıyla temel gübreleme olarak tüm parsellere, triple süper fosfat gübresi (5 kg P da<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Deneme konusu olan azot dozları N<sub>0</sub> (0 kg N da<sup>-1</sup>), N<sub>10</sub> (10 kg N da<sup>-1</sup>), N<sub>15</sub> (15 kg N da<sup>-1</sup>) ve N<sub>20</sub> (20 kg N da<sup>-1</sup>) amonyum nitrat (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) gübresi kullanılarak oluşturulmuştur. Denemede mikrobiyolojik gübre dozları (BS<sub>0</sub> ve BS<sub>1</sub>) tohuma bulaştırılarak uygulanmıştır.

Deneme sonucunda buğday bitkisinin yaş ağırlıklarının 503,33 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile 1340,66 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değişmekte olduğu, *Bacillus subtilis* uygulaması sonucunda bitki yaş ağırlığının % 32,76 oranında (N<sub>15</sub>) arttığı belirlenmiştir. Verimin 98,54 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile 472,40 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değiştiği çalışmada, *Bacillus subtilis* uygulaması sonucunda % 16,24 oranında verim artışının yine N<sub>15</sub> azot dozunda gerçekleştiği saptanmıştır.

Buğday bitkisinin tane azot içeriklerinin % 14,94 (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile % 18,96 (N<sub>15</sub>BS<sub>1</sub>) arasında değiştiği bitki sapının azot içeriklerinin ise % 3,45 (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile % 6,34 (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değiştiği belirlenmiştir. Denemede *Bacillus subtilis* uygulamasının buğday bitkisi sapının azot içerikleri üzerine etkisi (N<sub>0</sub>: % +8,29 - N<sub>10</sub>: % -7,70 - N<sub>15</sub>: % -9,52 - N<sub>20</sub>: % -39,06) istatistiki açıdan önemli bulunurken tanenin azot içeriğinde belirlenen artışlar ise önemsiz bulunmuştur. Pehlivan çeşidi buğday bitkisinin tane fosfor içeriğine *Bacillus subtilis* uygulaması etkili olmuştur. Sap fosfor ve tane ve sapının potasyum içerikleri üzerine ise *Bacillus subtilis* uygulamasının herhangi bir etkisi belirlenmemiştir.

Mikrobiyolojik bir gübre olarak değerlendirilen *Bacillus subtilis* Ch-13 buğday bitkisinin verimini ve tanenin azot içeriğini arttırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Bacillus subtilis*, buğday, azot,  
2015, vi+45 sayfa.

## ABSTRACT

MSc Thesis

### EFFECT OF *Bacillus subtilis* AS A FERTILIZER TO NUTRIENT UPTAKE AND YIELD OF WHEAT

**Sencer ÖZTÜFEKÇİ**

Uludağ Üniversitesi

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. M. Ali TURAN

This experiment had planned to determine *Bacillus subtilis* Ch-13 containing microbiological fertilizers efficiency of wheats nutrition uptake and yield according to randomized block design with three replications and conducted field conditions. Pehlivan which is a bread wheat variety had used in experiment. To avoid phosphorus deficiency during the vegetative stage while researching nitrogen uptake efficiency, 5 kg P da<sup>-1</sup> TSP had applied to soil as base fertiliser. Nitrogen levels (N<sub>0</sub> (0 kg N da<sup>-1</sup>), N<sub>10</sub> (10 kg N da<sup>-1</sup>), N<sub>15</sub> (15 kg N da<sup>-1</sup>) and N<sub>20</sub> (20 kg N da<sup>-1</sup>)) which is subject of experiment had applied with ammonium nitrate (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>). Microbiological fertilizer levels (BS<sub>0</sub>, BS<sub>1</sub>) applied by pulverizing to seeds.

In result of experiment, wheats weight(fresh weight) was measured between 503,33 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) to 1340,66 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) and 32,76% (N<sub>15</sub>) increased and yield was measured between 98,54 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) to 472,40 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) and 16,24% increase determined (N<sub>15</sub>).

Seed nitrogen percent determined 14,94% (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) to 18,96% (N<sub>15</sub>BS<sub>1</sub>) and shoot nitrogen percent determined 3,45% (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) to 6,34% (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>). As a result of experiment, *Bacillus subtilis*'s effect of wheats shoot nitrogen percents (N<sub>0</sub>: +8,29% - N<sub>10</sub>: -7,70% - N<sub>15</sub>: -9,52% - N<sub>20</sub>: -39,06%) had found statistically significant while seed nitrogen percent increases did not. It's determined that *Bacillus subtilis* application had statistically significant effective to seeds phosphorus content while there is no statistically significant effect measured on wheats shoot phosphorus and, seed and shoot potassium content.

*Bacillus subtilis* Ch-13 as a fertilizer had increased wheat yield and seed nitrogen content.

**Key words:** *Bacillus subtilis*, wheat, nitrogen  
2015, vi+45 pages.

## TEŞEKKÜR

Eğitim hayatım boyunca sabır ve anlayıőlarının yanında hiçbir desteği esirgemeyen çok kıymetli aileme, bu çalışmada bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen sayın hocalarım Prof. Dr. A. Vahap KATKAT ve aynı zamanda tez danıőmanım olan Doç.Dr. Murat Ali Turan'a, denemenin kurulumunda emeğiyle destek olan sevgili arkadaőım H. Fatih AKIN'a, tezimin düzenlenmesi aőamasında katkılarından dolayı sevgili arkadaőım Araő. Gör. Günsu BARIŐIK KAYIN'a ve tezimin her aőamasında katkısı bulunan herkese teşekkür ederim.

Sencer ÖZTÜFEKÇİ



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Mikrobiyal gübre konusunda yapılmış çalışmalar.....	4
2.2. <i>Bacillus subtilis</i> ile ilgili çalışmalar.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Bursa İli İklim Koşulları.....	9
3.2. Denemede Kullanılan Toprak Materyali ile İlgili Kısa Bilgiler.....	9
3.3. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.....	10
3.4. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	10
3.4.1. Mekanik Analiz.....	10
3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH).....	11
3.4.3. Elektriksel İletkenlik (EC).....	11
3.4.4. Organik Madde.....	11
3.4.5. Kireç Miktarı (CaCO <sub>3</sub> ).....	11
3.4.6. Toplam Azot.....	11
3.4.7. Yarıyıllı Fosfor.....	11
3.4.8. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum.....	12
3.4.9. Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	12
3.5. Denemede Kullanılan Bitki Materyali.....	12
3.6. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	13
3.7. Bitki Örneklerinde Yapılan Toplam Element Analizleri.....	14
3.7.1. Toplam Azot (N).....	14
3.7.2. Toplam Fosfor (P).....	14
3.7.3. Toplam Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Sodyum (Na) , Magnezyum... ..	14
3.8. Denemede Kullanılan Mikrobiyolojik Gübre Materyali.....	14
3.9. Tarla Denemesi.....	14
3.10. İstatistiksel analiz.....	16
4. BULGULAR.....	17
4.1. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve <i>Bacillus subtilis</i> Ch-13 Uygulamasının Yaş Ağırlık Üzerine Etkisi.....	17
4.2. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve <i>Bacillus subtilis</i> Ch-13 Uygulamasının Verim Üzerine Etkisi.....	19
4.3. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve <i>Bacillus subtilis</i> Ch-13 Uygulamasının Bitkinin Azot İçeriğine Etkisi.....	22
4.3.1. Tanenin azot İçeriği.....	22
4.3.2. Sapın azot İçeriği.....	24
4.4. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve <i>Bacillus subtilis</i> Ch-13 Uygulamasının Bitkinin Fosfor İçeriğine Etkisi.....	26
4.4.1. Tanenin Fosfor İçeriği.....	26



4.4.2. Sapın Fosfor İçeriği.....	28
4.5. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve <i>Bacillus subtilis</i> Ch-13 Uygulamasının Bitkinin Potasyum İçeriğine Etkisi.....	30
4.5.1. Tanenin Potasyum İçeriği.....	30
4.5.2. Sapın Potasyum İçeriği.....	32
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	35
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ	



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

### Açıklama

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
BS	Bacillus Subtilis Ch-13

### Kısaltmalar

### Açıklama

Ca	Kalsiyum
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
Cm	Santimetre
Cmol	Santimol
Cu	Bakır
CuSO <sub>4</sub>	Bakır sülfat
Fe	Demir
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
K	Potasyum
M	Molar
Mg	Magnezyum
mL	Mililitre
Mm	Milimetre
Mn	Mangan
mS	Milisiemens
Iles	Eğim ve bazı toprak yetersizlikleri nedeniyle ikinci sınıf işlenebilir tarım arazisi
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
Zn	Çinko
P<0,01	Yüzde 1 önem seviyesi
P<0,05	Yüzde 5 önem seviyesi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kükürt oksitleyen thiobacillus bakterileriyle birlikte rhizobium aşılması.....	5
Şekil 3.1. Deneme alanına ait konumsal bilgiler.....	15
Şekil 3.2. Deneme alanını parselasyonu ve parsellere ekim işlemi.....	16
Şekil 4.1. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki yaş ağırlığı (kg) .....	18
Şekil 4.2. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitkinin yaş ağırlığı üzerine meydana getirdiği değişim (%)......	19
Şekil 4.3. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki verimi (kg da <sup>-1</sup> ) .....	20
Şekil 4.4. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitkinin verim üzerine meydana getirdiği değişim (%)......	21
Şekil 4.5. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki tanesinin azot içeriği (%)......	23
Şekil 4.6. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin azot içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)....	23
Şekil 4.7. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki sapının azot içeriği (%)......	25
Şekil 4.8. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının azot içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%).....	25
Şekil 4.9. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki tanesinin fosfor içeriği (mg kg <sup>-1</sup> ) .....	27
Şekil 4.10. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin fosfor içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)......	27
Şekil 4.11. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki sapının fosfor içeriği (mg kg <sup>-1</sup> ) .....	29
Şekil 4.12. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının fosfor içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)..	29
Şekil 4.13. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki tanesinin potasyum içeriği (mg kg <sup>-1</sup> )......	31
Şekil 4.14. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin potasyum içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)......	31
Şekil 4.15. Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki sapının potasyum içeriği (mg kg <sup>-1</sup> )......	33
Şekil 4.16. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının potasyum içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)......	33

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. <i>R. leguminosarum</i> (Cicer sp.)'un nohut bitkisinde nodülasyon, gelişim (Ekimden 70 gün sonra) ve verim (hasattan sonar) üzerine etkileri.....	4
Çizelge 3.1. Deneme alanına ait kimi fiziksel ve kimyasal özellikler.....	9
Çizelge 3.2. Denemenin kurulduğu döneme ait yağış verileri.....	10
Çizelge 3.3. Topraklarda belirlenen bitki besin elementlerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri.....	12
Çizelge 3.4. Mikrodalga örnek parçalayıcının çalışma koşulları.....	14
Çizelge 3.5. Mikrobiyolojik gübre materyalinin (EKSTRASOL) kimi mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	14
Çizelge 3.6. Deneme alanına ait konum bilgileri.....	15
Çizelge 4.1. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitkinin yaş ağırlığı ( $\text{kg da}^{-1}$ ) üzerine etkisi.....	17
Çizelge 4.2. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının verim üzerine ( $\text{kg da}^{-1}$ ) üzerine etkisi.....	20
Çizelge 4.3. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin azot içeriği üzerine etkisi (%)....	22
Çizelge 4.4. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının azot içeriği üzerine etkisi (%).....	24
Çizelge 4.5. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin fosfor içeriği üzerine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).....	26
Çizelge 4.6. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının fosfor içeriği üzerine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).....	28
Çizelge 4.7. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin potasyum içeriği üzerine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).....	30
Çizelge 4.8. Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının potasyum içeriği üzerine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).....	32

## 1. GİRİŞ

Mikrobiyoloji yunanca “mikros” yani küçük ve “bios” yani yaşam kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşan bir kelimedir. Mikrobiyoloji, mikroskobik düzeydeki tek ve çok hücreli organizmaları inceleyen bilim dalına verilen isimdir. Mikrobiyoloji biliminin viroloji, mikoloji, parazitoloji ve bakteriyoloji gibi alt dalları mevcuttur.

Mikrobiyoloji bilimi ortaya çıkmadan önce de, insanlar mikrobiyal canlılıktan çeşitli alanlarda faydalanmaktaydı. Gözle görülmeyen canlıların dünya üzerindeki varlığı, bilimsel olarak ispatlanmadan yüz yıllar önce insanoğlunun deneyimlerinden yola çıkarak edindiği bilgiler doğrultusunda tahminlenebiliyordu. Mahavira isimli Hindistanlı filozof, öğretilerinde mikrobiyolojik canlılıktan M.Ö. 6. yüzyılda bahsetmiştir (Dundas 2002). Bu gün halen insanlar ekmek gibi temel besin ürünlerinin üretiminden, enzim üretimi gibi karmaşık konulara çözüm getirmeye kadar pek çok alanda mikrobiyolojiden faydalanmaktadırlar. Tarım alanında bitki besleme amaçlı kullanımının dışında, toprak kirliliğinin önlenmesi, zararlılarla mücadele gibi alanlarda, sanayide atıkların filtrasyonu, fosil yakıtların kirletici yan ürünlerinin yok edilmesi, katma değeri yüksek ürün eldesi, atık değerlendirme, biyolojik değeri yüksek yan ürün eldesi gibi pek çok faydalı amaçla mikrobiyolojiden yararlanılmaktadır.

Tarımda mikrobiyolojik uygulamalardan yararlanılma alanları, fermantasyon, biyogübre, biyopestisit, biyoherbisit, biyoinsektisit ve mantari-biyoinsektisitler olarak özetlenebilir.

Mikrobiyal gübreler, bitkiye yarayışlı bitki besin elementlerinin miktarını arttırarak bitkisel üretimin nitelik ve niceliği üzerine olumlu yönde etkide bulunan, insan ve hayvan sağlığı yönünden risk taşımayan canlı mikroorganizmalardır. Biyogübre olarak da adlandırılan bu gübreler toprağa doğrudan uygulanabildiği gibi tohuma bulaştırılarak da uygulanabilmektedir. Mikrobiyal gübreler sayesinde bitkisel üretimde simbiyotik ya da asimbiyotik özellik gösteren mikroorganizmalar ile havanın serbest azotu (N<sub>2</sub>) toprağa bağlandığı (fikse edildiği) gibi, toprakta bitkiye yarayışsız formda bulunan fosfor bileşikleri yarayışlı şekile dönüştürülür ve bitki büyüme hormonları üzerine olumlu etki yapar (Kacar ve Kütük 2010).

Havanın %78'ini oluşturan azot, bitkiler için en önemli besin elementlerinden biridir. Havada bu denli fazla miktarda azot olmasına karşın bitkiler havada serbest haldeki azottan gelişimlerini destekleyecek şekilde yararlanamamaktadırlar. Bitki hücrelerindeki biyokimyasal bileşiklerin çoğunda azot bulunur. Örneğin proteinlerin yapıtaşını oluşturan aminoasitler ve nükleik asitlerin yapıtaşını oluşturan nükleozit fosfatlar azot içerirler. Karbon, hidrojen ve oksijenden sonra bitkilerde miktarca en fazla azot bulunur. Bitki çeşidine, yaşına ve organlarına bağlı olarak azot (N) % 2.0 ile % 4.0 arasında değişir. Genç bitkilerin azot içerikleri olgunluk dönemine yaklaşanlara göre çok daha yüksektir (Kacar ve ark. 2010). Bitkilerin havadaki serbest azottan yararlanamamaları ve her yıl devam eden tarım, topraktan azotun yararlanılabilir formlarının eksilmesine yol açmakta, azotlu gübrelemeyi önemli hale getirmektedir.

Sanayi'nin yoğun olduğu bölgelerde azot, atmosferde amonyak ( $\text{NH}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), nitroz oksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ), nitrik oksit ( $\text{NO}$ ), azot dioksit ( $\text{NO}_2$ ) ve organik bileşikler gibi formlarda bulunur ve yağışlarla toprağa geri döner (Kacar ve ark. 2010). Yağışlarla geri dönen azot, toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri sonucu fikse edilmekte, bitkiler için kullanılabilir forma dönüşmekte ve bir sonraki üretim döneminde azotlu gübre ihtiyacını azaltmaktadır.

Geleneksel tarımın yanında günümüzde tüketici talepleri doğrultusunda organik tarım da önem kazanmaya başlamıştır. Bitkisel üretime yönelik her türlü girdinin kimyasal olmayan kaynaklardan karşılanması esasına dayalı organik tarımda, özellikle azotlu gübreleme üretimi kısıtlayan faktörler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Geleneksel tarımda sıklıkla kullanılan amonyum nitrat, amonyum sülfat, üre ve benzeri yüksek azot içeren kimyasal gübreler organik tarımda kullanılamamaktadır. Bu sebepten ötürü bitkilerin ihtiyaç duyduğu azotu alternatif ve organik çözümlerle sağlamak önem kazanmıştır. Organik tarımda kullanılacak azot kaynağı olarak hayvansal kaynaklı büyük ve küçükbaş hayvan dışkıları, solucan, yarasa gübreleri kullanılabilir. Ancak bu gübreler yalnızca azot kaynağı olarak düşünüldüğünde her sene uygulama zorunluluğu, temininde doğabilecek sıkıntılar ve uygulama zorlukları gündeme gelmektedir. Bununla birlikte bakteriyel çözümler yani mikroorganizma uygulamaları,

toprakta belirli bir popülasyon sağlanması koşuluyla kendi kendini yenileyebilen bir azot kaynağı olarak sürekli bir çözüm olabilir.

Türkiye’de 2005 yılında 5 milyon tondan fazla azotlu gübre tüketilmiştir (Kacar ve Katkat 2009). Azotlu gübre hammaddelerinin bir kısmının nafta, kömür, doğalgaz gibi fosil kaynaklar olduğu düşünüldüğünde, kimyasal azotlu gübre tüketimi tarımda üretim maliyetlerini artırmaktadır. Ortaya çıkan bu mali yükü azaltmak ve uzun vadede kalıcı olabilecek çözümler ortaya koyabilmek için mikrobiyolojik gübreleme her geçen gün önem kazanmaktadır.

*Bacillus subtilis* pek çok çeşidi bulunan, tarım dışında farklı alanlarda da kullanımı olan bir bakteri türüdür. Gram pozitif ve katalaz pozitif bir bakteri türüdür. *Bacillus* cinsinin bir üyesidir. Çubuk şeklindedir, sert ve koruyucu bir endospor üretme yeteneğine sahiptir. Bu endospor onu ekstrem çevre şartlarından korur (Madigan 2006). *Bacillus subtilis* toprakta serbest halde bulunmaktadır. Yaygın olarak bitki besleme amaçlı kullanılsa da bitki koruma amaçlı da kullanımı bulunmaktadır.

Bu çalışma, *Bacillus subtilis* Ch-13 türünün buğday bitkisinin verimi ve bitkinin kimi bitki besin elementleri alımı üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Mikrobiyal gübreler ile ilgili yapılmış çalışmalar

Brakel ve Manil (1965) yaptıkları çalışmada fasülye bitkisinde etkili *Rhizobium* suşlarının aşılacağı grubun, 5 kg da<sup>-1</sup> saf azot verilen deneme grubuna eşit miktarda ürün artışı sağladığını tespit etmişlerdir.

Diagne ve ark. (2013)'nın yaptıkları çalışmada *Frankia* ve *Mikoriza* türlerinin birlikte kullanılmasıyla orman vasfını yitirmiş topraklarda *Casuarinaceae* ailesine ait ağaç türlerinin yetişebileceği belirtilmiştir.

Yadav ve Verma'nın (2014), BHURC01, BHURC02, BHURC03, BHURC04, BHURC05, BHURC42, BHURC46, BHURC48 ve d USDA-3378<sup>T</sup> *Rhizobium* suşları tohumla bulaştırılarak uygulanmış, BHURC04, BHURC02 ve USDA-3378<sup>T</sup> suşları sırasıyla %52.94, %41.18 ve %41.18 nodül sayısı artışı sağladığını gözlemlemişlerdir. Denemede görülen verim artışı Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. R. leguminosarum (Cicer sp.)'un nohut bitkisinde nodülasyon, gelişim (Ekimden 70 gün sonra) ve verim (hasattan sonra) üzerine etkileri(Yadav ve Verma 2014).

Uygulama	Bitki nodül sayısı <sup>1</sup>		Bitki kuru ağırlığı <sup>1</sup> (g)		Verim (q ha <sup>-1</sup> )	
	Sayı	Kuru ağırlık (g)	Kök	Gövde	Tane	Sap
Control	34 ± 6.49 <sup>a</sup>	0.107 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.25 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.90 ± 0.42 <sup>a</sup>	19.25 ± 2.95 <sup>a</sup>	17.41 ± 0.05 <sup>a</sup>
BHURC01	40 ± 2.08 <sup>b</sup>	0.113 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.03 <sup>ab</sup>	2.59 ± 0.63 <sup>b</sup>	21.76 ± 4.28 <sup>b</sup>	17.46 ± 0.09 <sup>b</sup>
BHURC46	32 ± 10.6 <sup>a</sup>	0.107 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.87 ± 0.09 <sup>a</sup>	21.00 ± 2.65 <sup>b</sup>	18.92 ± 0.07 <sup>b</sup>
BHURC48	29 ± 7.51 <sup>a</sup>	0.097 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.78 ± 0.49 <sup>a</sup>	20.65 ± 1.51 <sup>a</sup>	18.53 ± 0.27 <sup>b</sup>
BHURC42	26 ± 3.78 <sup>a</sup>	0.073 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.75 ± 0.44 <sup>a</sup>	19.55 ± 3.1 <sup>a</sup>	18.06 ± 0.14 <sup>b</sup>
BHURC02	48 ± 9.64 <sup>c</sup>	0.173 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.36 ± 0.02 <sup>c</sup>	3.20 ± 0.79 <sup>c</sup>	22.66 ± 0.76 <sup>b</sup>	19.13 ± 0.36 <sup>b</sup>
BHURC04	52 ± 11.06 <sup>c</sup>	0.190 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.36 ± 0.06 <sup>c</sup>	3.22 ± 1.36 <sup>c</sup>	24.00 ± 1.80 <sup>c</sup>	22.14 ± 0.14 <sup>c</sup>
BHURC03	43 ± 3.79 <sup>b</sup>	0.130 ± 0.04 <sup>ab</sup>	0.30 ± 0.02 <sup>b</sup>	2.72 ± 0.54 <sup>b</sup>	23.16 ± 2.57 <sup>bc</sup>	21.55 ± 0.05 <sup>c</sup>
BHURC05	42 ± 2.0 <sup>b</sup>	0.150 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.06 <sup>b</sup>	3.16 ± 0.44 <sup>c</sup>	23.55 ± 3.59 <sup>bc</sup>	20.78 ± 0.05 <sup>c</sup>
USDA-3378 <sup>T</sup>	48 ± 1.93 <sup>c</sup>	0.183 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.35 ± 0.11 <sup>c</sup>	3.21 ± 0.63 <sup>c</sup>	23.76 ± 1.25 <sup>bc</sup>	21.46 ± 0.14 <sup>c</sup>

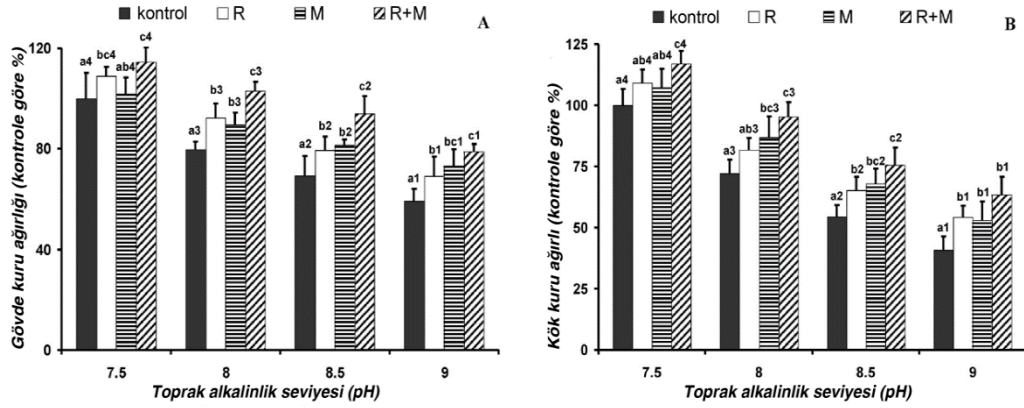
Üç tekerrürün ortalaması ± Standart Sapma.

\* P<0,05.

Alkalin topraklarda bakla bitkisiyle yapılan bir çalışmada, bitki gelişimi üzerinde *Mikoriza* ve *Rhizobium* etkileşimi incelenmiştir (Abd-Alla ve ark. 2014). Deneme analiz edilebilecek boyutta nodül oluşumu dikkate alınarak, bitki gelişiminin 45. gününde hasat



edilmiştir. Kontrol, *Rhizobium*, *Mikoriza*, *Rhizobium* + *Mikoriza* gruplarına ait gelişim grafikleri Şekil 2.1’de verilmiştir.



**Şekil 2.1.** Kükürt oksitleyen mikoriza bakterileriyle birlikte rhizobium aşılması

Bitki gelişiminin değerlendirildiği bir çalışmada, (Anandham ve ark. 2007) *Mikoriza* ve *Rhizobium*'un birlikte uygulanmasının gövde ve kök uzunluğunu ve canlı ağırlığı artırdığı tarla ve sera denemeleriyle belirlenmiştir.

*Rhizobakteria* (PGPR)'nın mercimek bitkisinin köklerinden izole edilmesi ile kurulan saksı denemesinde izole edilmiş suşların gelişim, nodülasyon, azot ve fosfor kaldırma kapasitesi, bitki besin elementlerince fakir toprak koşullarında test edilmiştir. Bu amaçla sera denemesi kurulmuş ve deneme sonunda kontrol grubuna kıyasla PGPR uygulamasının gövde uzunluğunu, canlı ağırlığını ve kuru ağırlığını sırasıyla %74, %54, %92 artırdığı belirlenmiştir. PGPR uygulaması ayrıca bitki başına tohum sayısını, 1000 tane ağırlığını, kuru madde verimini ve tane verimini kontrol grubuna göre sırasıyla %50, %13, %28 ve %29 artırmıştır (Zafar ve ark. 2012).

Nohut bitkisinde *Mesorhizobium* ve *Rhizobacteria* uygulamasının verim ve besin elementi kaldırma gücü üzerine etkisinin araştırıldığı denemede, *Mesorhizobium*'un BHURC03 suşu tohuma bulaştırma şeklinde uygulanmıştır. Denemede ekimden 70 gün sonra suş uygulanmış grup ile kontrol grubu karşılaştırılmış, sırasıyla; kök kuru ağırlığında %36 ve %35, gövde ağırlığında %50 ve %29 artış kaydedilmiştir (Verma ve ark. 2013).

Ortaş ve Üstüner (2014) tarafından sera koşullarında ekşi portakal ile yapılan çalışmada bitki büyümesi ve besin elementi kaldırma gücü dikkate alınmıştır. İki çeşit geliştirme ortamı kullanan araştırmacılar birinci geliştirme ortamına volkanik tuf ve torf ikincisine ise volkanik tuf, torf ve toprak karışımı koymuştur. Mikorizal aşılamanın gövde yüksekliği, çapı ve kök kuru maddesi parametrelerinde artış gösterdiği saptanmıştır.

*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Enterobacter* izolatlarının uygulandığı bir denemede ayrıştırılan bakteriler domates, yer fıstığı, sorgum ve nohut bitkilerine uygulanmıştır. İzolatların büyük çoğunluğu domates bitkisinde gelişimi desteklerken diğerlerinde etkileri normal veya gerileme şeklinde olmuştur. Deneme sonuçları bitki gelişimi düzenleyici bakterilerinin her bitkide aynı sonucu vermediğini ortaya koymuştur (Vaikuntapu ve ark. 2014).

Kang ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada fosfor çözücü bir bakteri olan *Bacillus megaterium* mj1212 suşunun hardal bitkisinin gelişiminde amino asit içeriği üzerine etkisini incelemiştir. Marul bitkisi kök bölgesine ait 0-10cm derinlikteki topraktan izole edilen bakteriler 3 günlük olduklarında hardal bitkisi saksılarına uygulanmıştır. Uygulamadan sonra gövde uzunluğu, kök uzunluğu, ve ağırlıkları ölçülmüştür. Deneme sonucunda uygulama yapılmamış bitkilere göre bakteri uygulaması sonucu bitkinin, gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve canlı ağırlığı istatistik olarak önemli ölçüde artış göstermiştir. Ayrıca *Bacillus megaterium* mj1212 uygulaması ile bitkilerin amino asit içeriklerinin (Asp, Thr, Ser, Glu, Ala, Val, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, Lys, His, Arg ve Pro) artış gösterdiği belirlenmiştir.

*Bacillus* suşları ile *Bradyrhizobium japonicum* bakterisinin soya fasülyesi bitkisine ortak inokülasyonunun uygulandığı bir denemede (Bai ve ark. 2003) bitki gelişim etkileri üzerine çalışılmıştır. Deneme sera koşullarında 25, 17 ve 15°C'de ve tarla koşullarında yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre bacillus suşlarından olan *B. thuringiensis* NEB17, soya fasülyesi bitkisinde bitki gelişimini destekleyici bakteri olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Bitki gelişim destekleyeci bir bakteri olan *Bacillus megaterium* var. *Phosphaticum* ve artan dozlarda fosforlu gübrelemenin, bitkilerin ağır metal kirliliği olan topraklarda yetişmesi üzerine etkileri araştırılmıştır (Gullap ve ark. 2014). Elde edilen sonuçlara göre bakteri uygulaması yapılmış bitkilerin kontamine topraklarda yetişmeye tolerans gösterdiği ve yetişen bu bitkilerin hayvan beslenmesinde kullanılmasının her hangi bir riskinin olmadığı belirlenmiştir. Uygulamanın topraktan Ni, Pb, Fe, Zn, Na ve B'un uzaklaştırılması için uygun bir yöntem olduğu da ortaya konulmuştur. Uygulanan bakterilerin, bitkilerin Ni, Pb, Fe, Zn, Na ve B alımını artırdıkları ancak bu artışın fosfor uygulamasından doğan toprak üstü aksamaların gelişiminden de kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Hamdi ve ark. (1967)'nin bakla bitkisinde azot verimi üzerine yaptıkları denemede, artan azot dozlarında tane verimi ve topraktan alınan azot miktarının artış gösterdiği bildirilmiştir.

Soya fasülyesi bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada dekara 5,6 ila 89,7 kg azot uygulama dozlarının bitki boyu, tane ağırlığı ve kalite üzerine istatistiki olarak önem taşıyan artış gösterdiği belirlenmiştir (Jethmalani ve ark. 1971).

## **2.2. *Bacillus subtilis* ile ilgili çalışmalar**

Hidroponik ortamda muz bitkisinde fusarium türü küflere dayanıklılık üzerine yapılan bir çalışmada *Bacillus subtilis* N11 suşu kullanılmıştır. Deneme sonuçlarına göre *Bacillus subtilis* N11 suşunun uygulanması ile muz bitkisinde hastalığa karşı dayanıklılığın, kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Zhang ve ark. 2011).

*Bacillus subtilis* OSU-142 suşunun yapraktan uygulanmasının denendiği bir çalışmada deneme konusu olan *Bacillus* suşunun bitki verimini artırdığı gibi bitki patojenlerinin baskılanmasında da kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Eşitken ve ark. 2002).

Biyolojik gübreleme materyali olarak *Bacillus subtilis*'in kullanıldığı bir dememede (Yao ve ark. 2006), bakterinin, pamuk bitkisinde verimi artırdığı bitkinin ve topraktan besin elementi alma kabiliyetini artırdığı belirlenmiştir.

Furuyaa ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmasında *Bacillus subtilis* KS1 suşunun asma bitkisinde mantari hastalıkları baskılama gücü ve bu suşun fungusit kullanımını düşürmeye yardımcı olabileceği ortaya konulmuştur.

*Bacillus subtilis*'den elde edilmiş olan genleri taşımasıyla cold shock protein B üretme yetisine sahip MON 87460 ismini taşıyan mısır çeşidi üzerine yapılmış çalışmada, yeni geliştirilen mısır türünün kurak bölgelerde verim avantajı sağlamasına karşın, geleneksel yetiştiricilikte kullanılan mısır türlerine göre besleyicilik açısından önemli farklılık taşımadığı bildirilmiştir (Harrigan ve ark. 2009).

Kansere yol açan aflatoksin üretimi ile bilinen *Aspergillus flavus* küfünün gelişimini inhibe etmek amacıyla yapılan çalışmada (Rajesh ve ark. 2014) *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* biyokontrol ajanı olarak kullanılmıştır. Deneme sonuçlarına göre her iki bakterinin *Aspergillus flavus* toksijenik suşunun gelişimini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

Kumar ve ark. (2012) yayınladığı çalışmasında bitki gelişim destekleyici *bacillus* suşlarının kimi fitopatojenlere karşı antagonistik etki gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Turan ve ark. (2012) yayınladığı çalışmasında *Bacillus subtilis* OSU-142, *Bacillus megaterium* M3, *Azospirillum brasilense* Sp245 ve karışık uygulamanın verimi sırasıyla %24, %19, %19 ve %33 artırdıklarını tespit etmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Bursa İli İklim Koşulları

Bursa, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi tipine sahiptir. Kış mevsimi çok sert geçmez. Yaz mevsimi kurak geçebilmektedir. Bursa ili hava sıcaklığı değerlerini Marmara Denizi etkilemektedir. Marmara Denizi'nin etkisiyle ılımanlık kazanan ilin sıcaklık değerleri de, bu niteliği açıkça ortaya koymaktadır. İl merkezinin yıllık ortalama sıcaklığı 14,5 °C'dir. Yağışlar genellikle batıdan doğuya doğru azalır ve genel yağış tipi yağmur'dur. Çok yıllık (1975-2005) gözlemlere göre il merkezinde yıllık ortalama düşen yağış miktarı 681,3 mm'dir (Anonim 2006). Bursa ili içinde yer alan meteoroloji istasyonları çok yıllık verilerine göre yıllık ortalama düşen yağış miktarı ise 602,8 mm olarak ölçülmüştür (Anonim 2006).

#### 3.2. Denemede Kullanılan Toprak Materyali ile İlgili Kısa Bilgiler

Araştırma kapsamında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Arazisinde tarla denemesi yürütülmüştür. Denemenin kurulduğu alan kolüvyal etek arazi, arazi yetenek sınıfı IIes, büyük toprak grubu ise vertisol'dür (Özsoy 2001). Denemenin kurulduğu alana ait kimi fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.1.** Deneme alanına ait kimi fiziksel ve kimyasal özellikler

Özellikler	Belirlenen Miktarlar	Yöntem
Toprak Tekstürü	Kil	Bouyoucos 1951
Kil, %	57	
Silt, %	29	
Kum,%	14	
pH	7,6 (Hafif Alkali)	Richards 1954
EC, mS cm <sup>-1</sup>	0,281 (Tuzsuz)	Richards 1954
Kireç, %	14,8 (Orta Kireçli)	Anonim 1988
Organik madde, %	1,55	Jackson 1962
N, %	0,044 (Çok Az)	Anonim 1990
P, mg kg <sup>-1</sup>	16,72 (Yeter)	Watanabe ve Olsen, 1965
K, cmol kg <sup>-1</sup>	0,29 (Yeter)	Anonim 1990
Ca, cmol kg <sup>-1</sup>	21,25 (Fazla)	Anonim 1990
Na, cmol kg <sup>-1</sup>	0,31 (Yeter)	Jackson 1962
Mg, cmol kg <sup>-1</sup>	8,23 (Yeter)	Anonim 1990
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	6,76 (Yüksek)	Lindsay and Norvell 1978
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	1,48 (Yeterli)	Follet 1969
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	3,12 (Fazla)	Anonim 1990
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	92,88 (Fazla)	Anonim 1990

Deneme'nin kurulduğu alana ait 2012-2013 yılları arasındaki yağış miktarları **Çizelge 3.2**'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Denemenin kurulduğu döneme ait yağış verileri (Anonim 2014)

Yıl	Ay	Aylık Yağış Toplamı (mm)	Yıl	Ay	Aylık Yağış Toplamı (mm)
2012	1	121,2	2013	1	105,6
2012	2	123,5	2013	2	95,5
2012	3	89,6	2013	3	85,6
2012	4	100,0	2013	4	51,8
2012	5	80,6	2013	5	26,2
2012	6	3,6	2013	6	62,2
2012	7	7,0	2013	7	21,5
2012	8	1,8	2013	8	1,6
2012	9	16,6	2013	9	18,3
2012	10	34,6	Ort		52,03
2012	11	53,3			
2012	12	178,5			
Ort.		67,53			

### 3.3. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Deneme alanının kimi fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla verimlilik ilkesine göre 0-20 cm derinlikten Jackson (1962) tarafından belirtildiği şekilde toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler usulüne uygun şekilde karıştırılarak deneme alanını temsil eden bir toprak örneği hazırlanmıştır. Hava kuru durumuna gelinceye değin gölgede ve nemsiz bir ortamda kurutulan toprak örneği dövülerek daha küçük parçalara ayrılmış, toprak materyali dışında kalan yabancı maddelerden arıtıldıktan sonra 2mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir.

### 3.4. Toprak Örneklerinde Yapılan Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analizler

#### 3.4.1. Mekanik Analiz

Toprak örneğinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfı Soil Survey Manual (1951)'a göre saptanmıştır.

### **3.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH)**

1:2,5 oranında toprak – su karışımı ekstraksiyonunda cam elektrotlu 720A pH/iyonmetresi ile belirlenmiştir (Grewelling ve Peech 1960).

### **3.4.3. Elektriksel İletkenlik (EC)**

1:2.5 oranında toprak – su karışımı ekstraksiyonunda WTW LF 92 model kondaktivitimetre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

### **3.4.4. Organik Madde**

Jackson (1962) tarafından bildirildiği şekilde değiştirilmiş Walkley-Black yaş yakma yöntemine göre belirlenmiştir.

### **3.4.5. Kireç Miktarı (CaCO<sub>3</sub>)**

Çağlar (1949) tarafından bildirildiği şekilde kalsimetrik yöntemle göre belirlenmiştir.

### **3.4.6. Toplam Azot**

Toprak örneğinin toplam azot içeriği Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Kacar 1994).

### **3.4.7. Yararışlı Fosfor**

Watanabe ve Olsen (1965) tarafından bildirildiği şekilde toprak örnekleri 0.5 M sodyum bikarbonat (pH 8.5) ile ekstrakte edilmiş ve elde edilen süzükte fosfor spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir.

### 3.4.8. Değişebilir Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum

Toprak örneklerinin 1 N amonyum asetat (pH 7.0) çözeltisi ile ekstrakte edilmesi sonucunda elde edilen süzükte Na, K, ve Ca Eppendorf Elex 6361 fleymfotometresi ile (Thomas, 1982) Mg ise ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Kalra 1998).

### 3.4.9. Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Araştırma topraklarında yapılan analizler sonucu elde edilen veriler Çizelge 3.3'de gösterilen sınır değerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Topraklarda belirlenen bitki besin elementlerinin değerlendirilmesinde kullanılan sınır değerleri

Özellik	Yeterlilik sınıfı						Kaynak
	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuvvetli alkali	
pH(1:2.5)	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5	Richards, 1954
EC, mS cm <sup>-1</sup>	Tuzsuz 0-4	Hafif tuzlu 4-8	Orta tuzlu 8-15	Çok fazla tuzlu >15			Richards, 1954
Kireç, %	Kireçsiz <1	Az kireçli 1-5	Orta kireçli 5-15	Kireçli 15-25	Çok kireçli >25		Anonim, 1988
O.M., %	Çok az <1	Az 1-2	Orta 2-3	İyi 3-4	Yüksek >4		Anonim, 1988
N, %	Çok az <0.045	Az 0.045-0.09	Yeter 0.09-0.17	Fazla 0.17-0.32	Çok Fazla >0.32		Anonim 1990
P, mg kg <sup>-1</sup>	<2.5	2.5-8.0	8.0-25	25-80	>80		Anonim 1990
K, cmol kg <sup>-1</sup>	<0.13	0.13-0.28	0.28-0.74	0.74-2.56	>2.56		Anonim 1990
Ca, cmol kg <sup>-1</sup>	<1.19	1.19-5.75	5.75-17.5	17.5-50	>50		
Mg, cmol kg <sup>-1</sup>	<0.42	0.42-1.33	1.33-4.0	4.0-12.5	>12.5		Anonim 1990
Na, cmol kg <sup>-1</sup>	-	-	0.2	-	-		Jackson 1962
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	<0.2	0.2-0.7	0.7-2.4	2.4-8	>8		Anonim 1990
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	<4.0	4-14	14-50	50-170	>170		Anonim 1990
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	Az <2.5	Orta 2.5-4.5		Yüksek >4.5			Lindsay ve Norvell 1978
	Yetersiz <0.2	Yeterli >0.2					
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	Yetersiz <0.2	Yeterli >0.2					Follet 1969

### 3.5. Denemede Kullanılan Bitki Materyali

Tarla denemesinde, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından melezleme yoluyla elde edilmiş ve 1998 yılında tescil edilmiş ekmeklik Pehlivan çeşidi buğday



kullanılmıştır. Kışlık bir çeşit olarak sınıflandırılan Pehlivan çeşidi, beyaz, kırçılı başak yapısına sahiptir. Yetişkin bitki boyu 95 ila 100 cm arasında değişmektedir.

### 3.6. Bitki Örneklerinin Analize Hazırlanması

Parsellerden 1x1 m olarak hazırlanan çerçeveler ile rasgele alınmış bitki örneklerinin sap ve taneleri ayrılarak sap aksamı havalı kurutma dolabında 65 °C’de son iki tartımı eşit oluncaya kadar kurutulmuştur. Taneler patos makinesinde kavuzlarından ayrılarak öğütme işlemine hazırlanmıştır. Kurutulan sap aksamı ve kavuzlarından ayrılmış taneler tartıldıktan sonra analize hazırlanması maksadıyla öğütülmüştür.

Bitki sap ve tane örnekleri toplam element analizlerine hazır hale getirilmek için mikrodalga örnek parçalayıcıda (Berghof-MWS-2, Germany) HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> karışımı ile yaş yakılmıştır. Mikrodalga örnek parçalayıcının çalışma koşulları Çizelge 3.4’de sunulmuştur.

**Çizelge 3.4.** Mikrodalga örnek parçalayıcının çalışma koşulları

Step	1	2	3
Derece (°C)	145	190	100
Güç (%)	75	90	40
Zaman (min)	5	10	10

### 3.7. Bitki Örneklerinde Yapılan Toplam Element Analizleri

#### 3.7.1. Toplam Azot (N)

Bremmer (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir.

#### 3.7.2. Toplam Fosfor (P)

Bitki örneklerinin fosfor içerikleri Vanado-Molibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Bosch Lomb marka spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir (Lott ve ark.,1956).

#### 3.7.3. Toplam Potasyum (K), Kalsiyum (Ca) ve Sodyum (Na) , Magnezyum (Mg)

Bitki örneklerinin potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve sodyum (Na) içerikleri, Eppendorf Elex 636 fleymfotometresi (Kacar ve İnal 2008) ile Magnezyum (Mg) içeriği ise ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir (Kalra 1998).

### 3.8. Denemede Kullanılan Mikrobiyolojik Gübre Materyali

İTERKON Dış. Tic. Ltd. Şti. firmasının mikrobiyolojik kökenli ticari ismi "EKSTRASOL" olan ürünü kullanılmıştır. Ürün ile ilgili analizler Çizelge 3.5'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.5.** Mikrobiyolojik gübre materyalinin (EKSTRASOL) kimi mikrobiyolojik analiz sonuçları

Preparation parameters	Analiz Edilen			İstenen Standart	Sonuç
	Örnek No	(kob)	Ortalama		
<i>Bacillus subtilis</i> Ch-13'ün cm <sup>3</sup> başına koloni oluşturabilir hücre miktarı (kob)	1	1,18x10 <sup>8</sup>	1,03x10 <sup>8</sup>	>1,00x10 <sup>8</sup>	Standartı karşılıyor
	2	0,89x10 <sup>8</sup>			
Farklı mikroorganizmalar bulaşma miktarı(%)	1	4,3	5,75	<6,0	Standartı karşılıyor
	2	7,2			
pH	1	7,37	7,69	7,00-7,50	Standartın üstünde
	2	8,02			
Görünüş (renk, hâl, koku)	Koyu kahve renkli, akışkan, özel kokulu		Koyu kahve renkli, akışkan, özel kokulu	Koyu kahve renkli, akışkan, özel kokulu	Standartı karşılıyor
Örnek miktarı	1	1000 mL	1000 mL		Etiket açıklamasını karşılıyor
Raf ömrü (saklama süresi)	+5 ila +200C arasında 24 ay'a kadar stabil			+5 ila +200C arasında 24 ay'a kadar stabil	Saklama bilgisi doğru

\* Bisolbi-Inter Ltd. tarafından sertifikalanmıştır. Ürün Adı: EXTRASOL -microbiological preparation. Aktif İçerik: *Bacillus subtilis* Ch-13. Üretim tarihi: 21.04.2011. Analiz Tarihi – 24.05.2011

### 3.9. Tarla Denemesi

Tarla denemesi, U.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde, Çizelge 3.6'da verilen koordinatlar arasındaki parselde ve Şekil 3.1'de gösterildiği gibi 2012-2013 yıllarında yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Deneme alanına ait konumsal bilgiler

Çizelge 3.6. Deneme alanına ait konum bilgileri

Nokta	Bölge	Doğu Yönü	Kuzey Yönü
A	35T	657335.41 d D	4457495.36 m K
B	35T	657328.00 d D	4457461.00 m K
C	35T	657290.00 d D	4457472.00 m K
D	35T	657297.00 d D	4457505.00 m K

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme konusu olan azot etkinliği araştırılırken bitkilerin fosfor noksanlığı çekmemesi amacıyla denemede temel gübreleme olarak tüm parsellere, 5 kg P da<sup>-1</sup> Triple Süper Fosfat gübresinden uygulanmıştır. Azot dozlarını sağlamak amacıyla, azotlu gübre olarak Amonyum Nitrat (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) gübresinden N<sub>0</sub> parseline 0 kg N da<sup>-1</sup>, N<sub>10</sub> parseline 10 kg N da<sup>-1</sup>, N<sub>15</sub> parseline 15 kg N da<sup>-1</sup>, N<sub>20</sub> parseline 20 kg N da<sup>-1</sup> uygulanmıştır. BS uygulaması 10 mL kg<sup>-1</sup> tohum dozunda seyreltip püskürtülerek uygulanmıştır. Tohumlar ekimden önce birbirlerine yapışmayacak düzeye kadar gölge bir yerde kurutulmuştur. Deneme parselleri 10 m (a), 3 m (b) ve 2 m arayla (c) : 30 m<sup>2</sup> olarak planlanmıştır (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Deneme alanını parselasyonu ve parsellere ekim işlemi

Ekim mibzerle yapılmış olup, parseller ticari ismi “KÖYMAK 24 sıralı Gübreli Havalı Hububat Ekim Makinası (3000 B)” olan ekim makinası genişliği dikkate alınarak tasarlanmıştır (Sıra arası 15cm). Deneme parselleri arasında 2’şer metre boşluk bırakılmış, bu boşluklar bitki çıkışlarından sonra elle temizleme yaparak oluşturulmuştur.

### **3.10. İstatistiksel analiz**

Araştırma sonucunda elde edilen tüm verilerin istatistiki analizleri çift yönlü varyans analizi ile hesaplanmış, istatistiksel farklı grupların belirlenmesinde LSD Student test kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler JMP 9.02 paket programı ile yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

Araştırma kapsamında yürütülen tarla denemesinde, artan oranlarda uygulanan azotlu gübre ile birlikte uygulanan ve uygulanmayan *Bacillus subtilis* Ch-13 (BS) uygulamasının buğday bitkisinde yaş ağırlık, verim ( $\text{kg da}^{-1}$ ), tanenin ve sapın azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır.

### 4.1. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve *Bacillus subtilis* Ch-13 Uygulamasının Yaş Ağırlık Üzerine Etkisi

Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisinin yaş ağırlığı üzerine etkileri Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Araştırma kapsamında azot uygulamaları, BS uygulaması ve azot x BS interaksiyonun etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitkinin yaş ağırlığı ( $\text{kg da}^{-1}$ ) üzerine etkisi

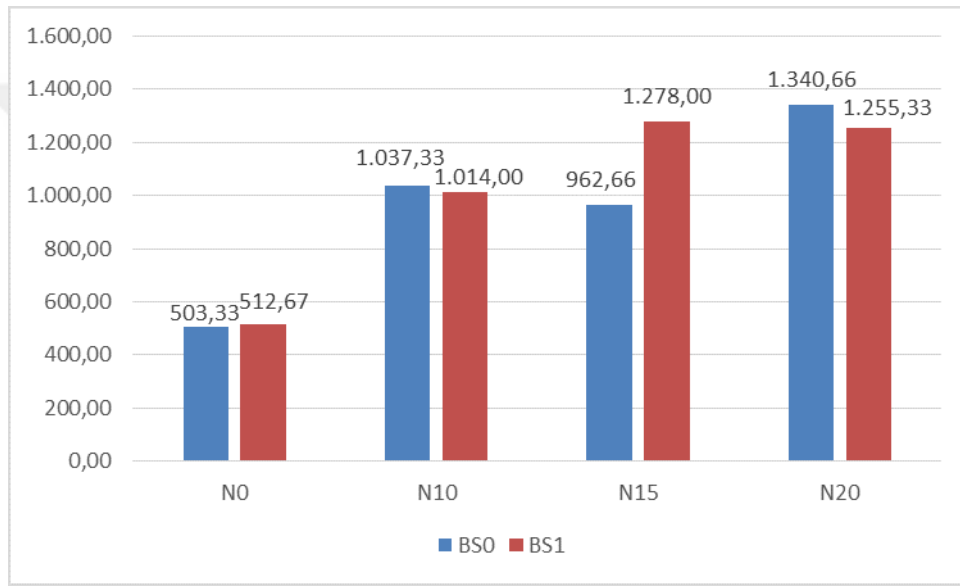
Bitki Yaş Ağırlıkları			
N, $\text{kg da}^{-1}$	BS <sub>0</sub>	BS <sub>1</sub>	Ortalama
0	503,33 c	512,67 c	508,00 D
10	1037,33 b	1014,00 b	1025,66 C
15	962,66 b	1278,00 a	1120,33 B
20	1340,66 a	1255,33 a	1298,00 A
<b>Ortalama</b>	961,00 A	1015,00 B	
Azot		***	
BS		*	
Azot x BS int.		***	

\*  $P < 0,05$  \*\*\*  $P < 0,001$  (F:85,5706)

Deneme sonucunda buğday bitkisinin yaş ağırlıklarının  $503,33 \text{ kg da}^{-1}$  (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile  $1340,66 \text{ kg da}^{-1}$  (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Artan dozlarda uygulanan azotlu gübrenin bitkinin yaş ağırlığı üzerine etkisi N<sub>20</sub>

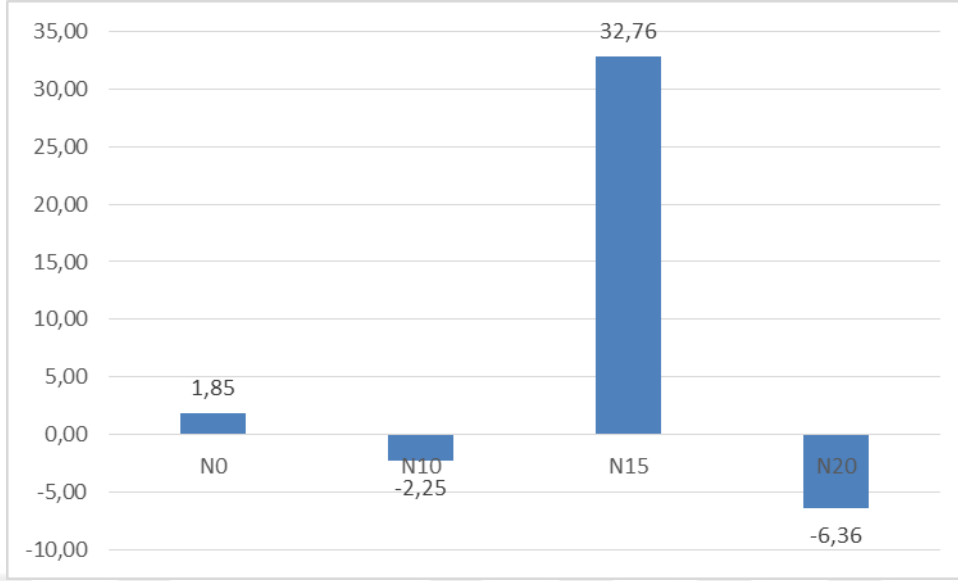
düzeyinde en yüksek seviyede gerçekleşirken, kontrol uygulamasına göre (N<sub>0</sub>) uygulanan tüm azot dozları bitkinin yaş ağırlığı üzerine istatistiksel açıdan önemli pozitif etki göstermiştir (Çizelge 4.1).

Buğday bitkisinin yaş ağırlığı üzerine artan dozlarda uygulanan azot ile birlikte BS uygulamasının etkisi uygulama dozlarına göre değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.1). Azotun N<sub>0</sub>, N<sub>10</sub> ve N<sub>20</sub> dozlarında BS uygulamasının etkileri istatistiki açıdan farklı bulunmazken azotun N<sub>15</sub> dozunda BS uygulamasının etkisi önemli bulunmuştur.



**Şekil 4.1.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki yaş ağırlığı (kg)

Artan dozlarda uygulanan azot ile birlikte BS uygulamasının buğday bitkisinin yaş ağırlığı üzerine etkisi Şekil 4.2’de sunulmuştur.



**Şekil 4.2.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitkinin yaş ağırlığı üzerine meydana getirdiği değişim (%)

Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi azotun N<sub>15</sub> dozunda BS uygulamasının bitkinin yaş ağırlığı üzerine pozitif etkisi en üst düzeyde belirlenmiştir.

#### **4.2. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve *Bacillus subtilis* Ch-13 Uygulamasının Verim Üzerine Etkisi**

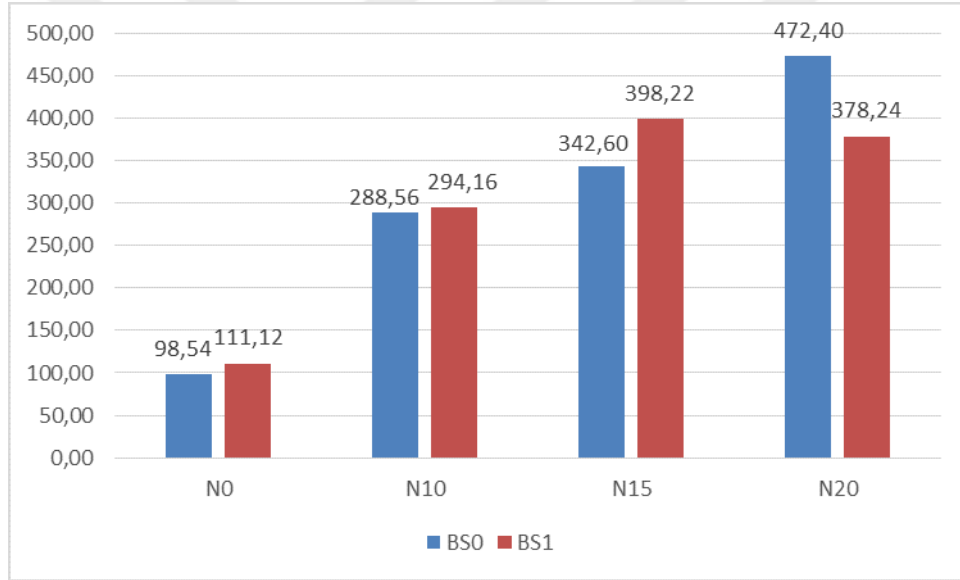
Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisinin verimi üzerine etkilerinin istatistiksel analizi Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Araştırma kapsamında azot uygulamaları ve azot x BS interaksiyonun etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Deneme sonucunda buğday bitkisinin veriminin 98,54 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile 472,40 kg da<sup>-1</sup> (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3). Artan dozlarda uygulanan azotlu gübrenin bitkinin verim üzerine etkisi N<sub>20</sub> düzeyinde en yüksek seviyede gerçekleşirken, kontrol uygulamasına göre (N<sub>0</sub>) uygulanan tüm azot dozları bitkinin verimi üzerine istatistiksel açıdan önemli pozitif etki göstermiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının verim üzerine ( $\text{kg da}^{-1}$ ) üzerine etkisi.

<b>Bitki Verim</b>			
<b>N, <math>\text{kg da}^{-1}</math></b>	<b>BS<sub>0</sub></b>	<b>BS<sub>1</sub></b>	<b>Ortalama</b>
<b>0</b>	98,54 e	111,12 e	104,83 D
<b>10</b>	288,56 d	294,16 d	291,37 C
<b>15</b>	342,60 c	398,22 b	370,41 B
<b>20</b>	472,40 a	378,24 b	425,32 A
<b>Ortalama</b>	300,52 öd	295,43 öd	
Azot		***	
Azot x BS int.		***	

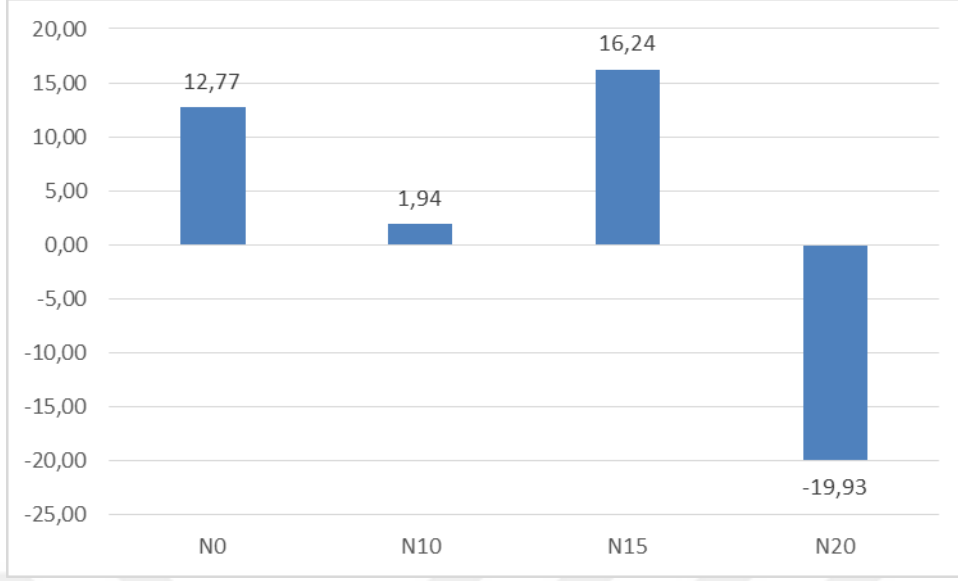
\*\*\* P < 0,001 (F: 153,9108)



**Şekil 4.3.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki verimi ( $\text{kg da}^{-1}$ )

Buğday bitkisinin verimi üzerine BS uygulamasının etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Artan dozlarda uygulanan azot ile birlikte BS uygulamasının buğday bitkisinin verim üzerine etkisi Şekil 4.4.'de sunulmuştur.





**Şekil 4.4.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitkinin verim üzerine meydana getirdiği değişim (%)

Şekil 4.4'e göre azotun N<sub>15</sub> dozunda BS uygulamasının bitkinin verimi üzerine pozitif etkisi en üst düzeyde belirlenmiştir.

Buğday bitkisi verimi üzerine artan dozlarda uygulanan azot ile birlikte BS uygulamasının etkisi uygulama dozlarına göre değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.2). Azotun N<sub>0</sub>, N<sub>10</sub> ve N<sub>20</sub> dozlarında BS uygulamalarının etkileri istatistiki açıdan önemsiz bulunurken azotun N<sub>15</sub> dozunda BS uygulamasının etkisi önemli bulunmuştur.

### 4.3. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve *Bacillus subtilis* Ch-13 Uygulamasının Bitkinin Azot İçeriğine Etkisi

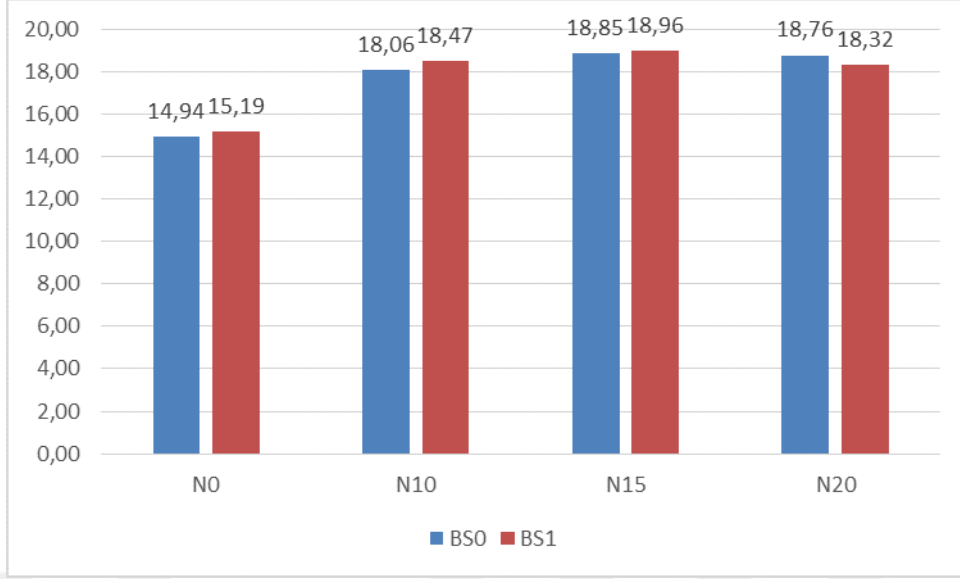
#### 4.3.1. Tanenin Azot İçeriği

Buğday tanelerinin azot içerikleri % 14,94 (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile % 18,96 (N<sub>15</sub>BS<sub>1</sub>) arasında değişmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.5). Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisinin tane azot içeriği üzerine etkilerinin istatistiksel analizi Çizelge 4.3’de sunulmuştur. Kontrole (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) göre uygulanan tüm azot dozları tanenin azot içeriğini istatistiki açıdan önemli seviyede arttırmıştır. Ancak artan azot dozları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Şekil 4.6’da sunulmuş olan BS uygulamalarının etkisi ile ortaya çıkan azot içeriklerindeki değişimler (N<sub>0</sub>: % 1,67 – N<sub>10</sub>: % 2,24 – N<sub>15</sub>: % 0,58 – N<sub>20</sub>: % -2,36) ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

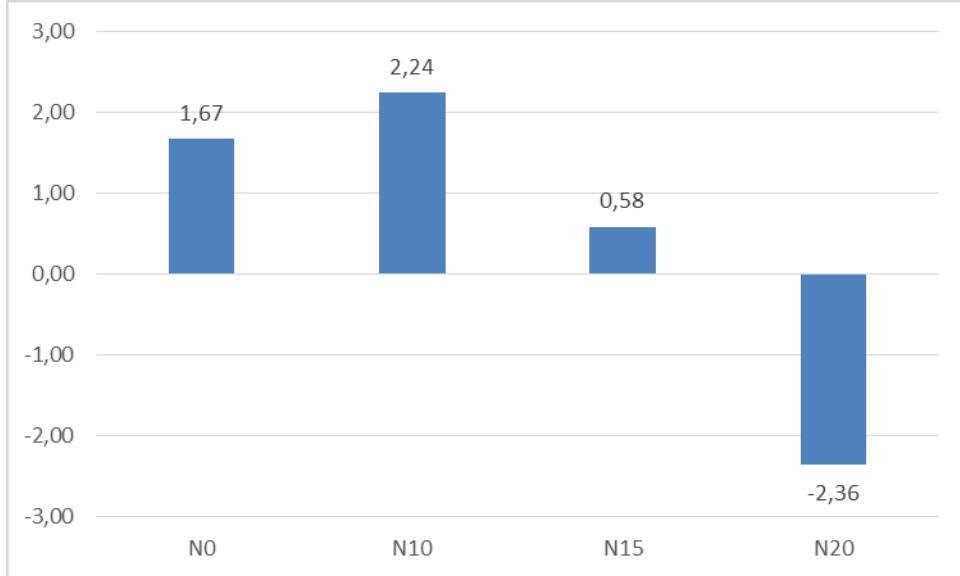
**Çizelge 4.3.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin azot içeriği üzerine etkisi (%)

Tane Azot İçeriği			
N, kg da <sup>-1</sup>	BS <sub>0</sub>	BS <sub>1</sub>	Ortalama
0	14,94	15,19	15,06 B
10	18,06	18,47	18,27 A
15	18,85	18,96	18,90 A
20	18,76	18,32	18,54 A
<b>Ortalama</b>	17,65	17,73	
Azot		***	
Azot x BS int.		öd	
BS		öd	

\*\*\* P < 0,001 (F:5,6459)



**Şekil 4.5.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki tanesinin azot içeriği (%)



**Şekil 4.6.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin azot içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)

Araştırma kapsamında azot uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan önemli bulunurken, BS uygulamaları ve azot x BS interaksiyonunun etkisi ise önemsiz olmuştur (Çizelge 4.3).

### 4.3.2. Sapın Azot İçeriği

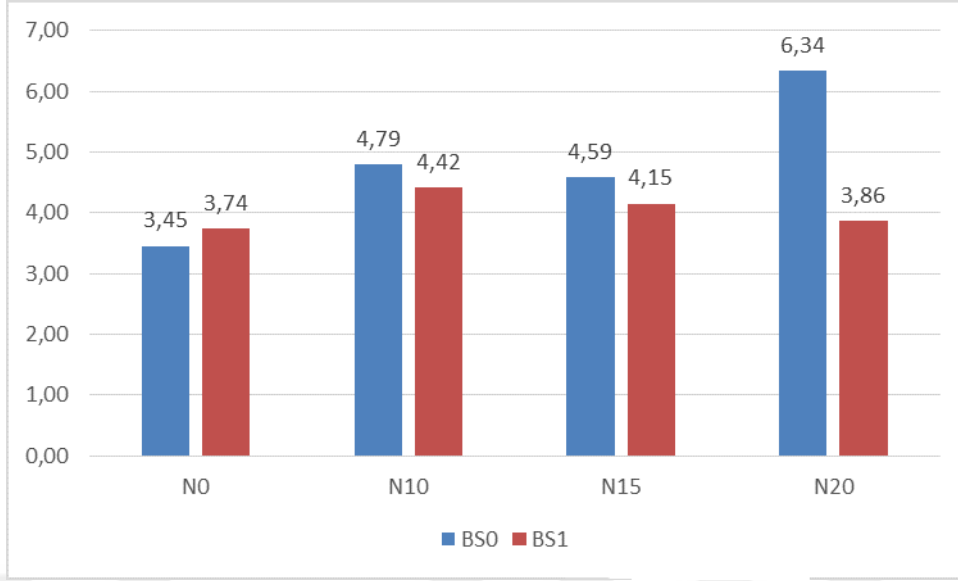
Bitki sapının azot içeriği üzerine azot, BS uygulamaları ve azot x BS interaksiyonunun etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Kontrole (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) göre uygulanan tüm azot dozları bitki sapının azot içeriğini istatistiki açıdan önemli seviyede arttırmıştır. Ancak uygulanan azot dozlarının etkileri arasında fark bulunamamıştır.

**Çizelge 4.4.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının azot içeriği üzerine etkisi (%).

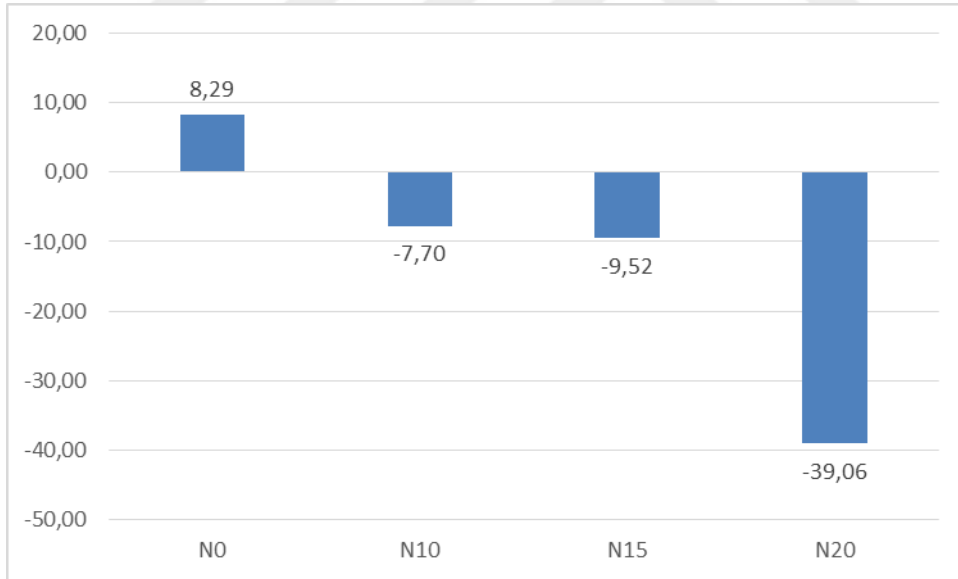
N, kg da <sup>-1</sup>	Sap Azot İçeriği		Ortalama
	BS <sub>0</sub>	BS <sub>1</sub>	
0	3,45 c	3,74 bc	3,59 B
10	4,79 b	4,42 bc	4,60 A
15	4,59 bc	4,15 bc	4,36 AB
20	6,34 a	3,86 bc	5,10 A
<b>Ortalama</b>	4,79 A	4,04 B	
Azot		*	
Azot x BS int.		*	
BS		*	

\* P < 0,05 (F:2,0962)

Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisi sapının azot içeriği üzerine etkileri Şekil 4.8’de sunulmuştur. Bitki sapı azot içerikleri % 3,45 (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) ile % 6,34 (N<sub>20</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değişmektedir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki sapının azot içeriği (%)



**Şekil 4.8.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının azot içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)

#### 4.4. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve *Bacillus subtilis* Ch-13 Uygulamasının Bitkinin Fosfor İçeriğine Etkisi

##### 4.4.1. Tanenin Fosfor İçeriği

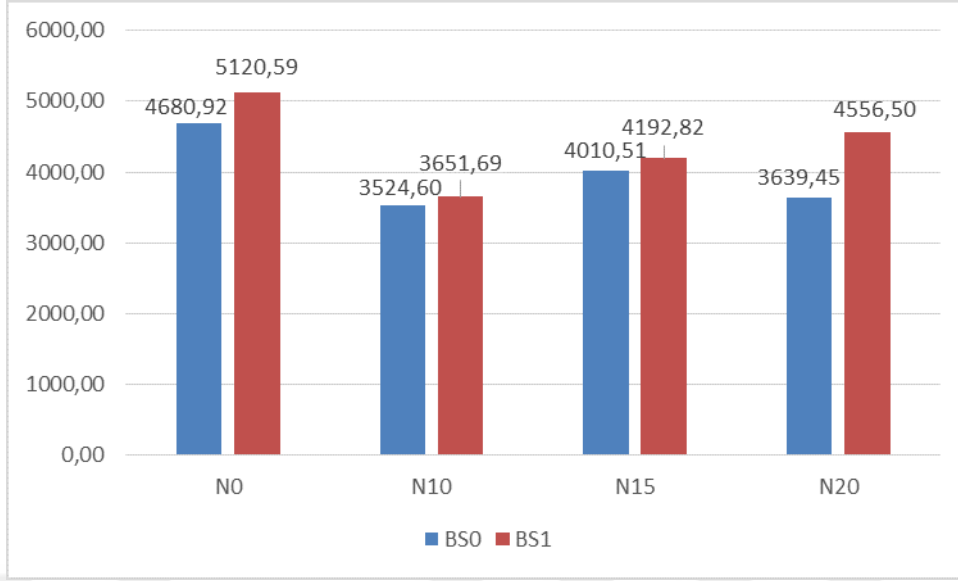
Buğday bitkisinin tanelerinde fosfor içerikleri 3524,60 (N<sub>10</sub>BS<sub>0</sub>) ile 5120,59 mg kg<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>1</sub>) arasında değişmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.9). Kontrole (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) göre uygulanan tüm azot dozları bitki tanesinin fosfor konsantrasyonunu istatistiki açıdan önemli seviyede düşürmüştür. Şekil 4.9’da sunulmuş olan BS uygulamalarının etkisi ile ortaya çıkan fosfor konsantrasyonlarındaki değişimler (N<sub>0</sub>: % 9,39 – N<sub>10</sub>: % -3,61 – N<sub>15</sub>: % -4,55 – N<sub>20</sub>: % 25,20) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 4.10).

Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisinin tane fosfor konsantrasyonu üzerine etkilerinin istatistiksel analizi Çizelge 4.5’de sunulmuştur. Araştırma kapsamında azot ve BS uygulamaları önemli bulunurken, azot x BS interaksiyonunun uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5).

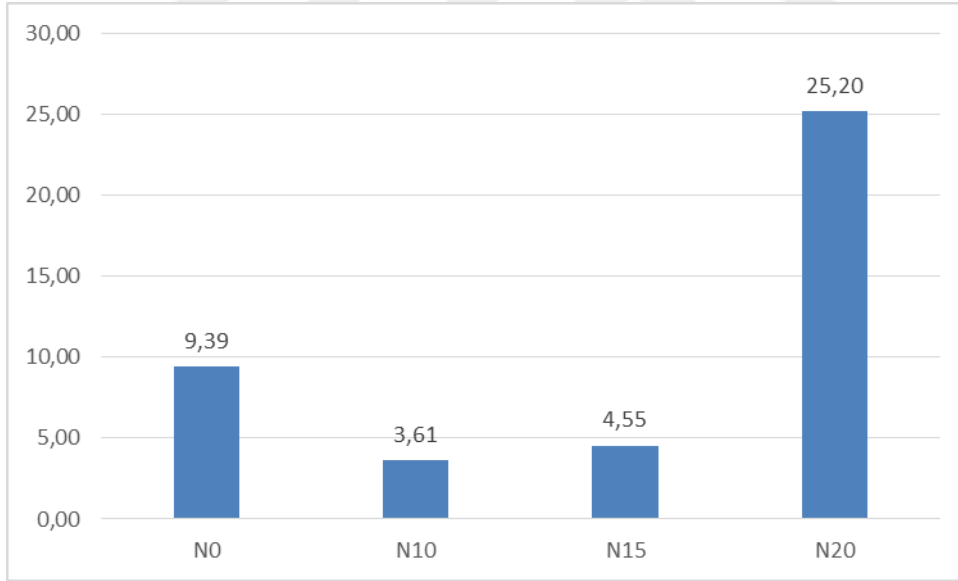
**Çizelge 4.5.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin fosfor içeriği üzerine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>).

Tane Fosfor İçeriği			
N, kg da <sup>-1</sup>	BS <sub>0</sub>	BS <sub>1</sub>	Ortalama
0	4680,92	5120,59	4900,76 A
10	3524,60	3651,69	3588,14 B
15	4010,51	4192,82	4101,66 B
20	3639,45	4556,50	4097,96 B
<b>Ortalama</b>	3963,87 B	4380,40 A	
Azot		***	
Azot x BS int.		öd	
BS		*	

\* P < 0,05 \*\*\* P < 0,001 (F: 4,2535)



**Şekil 4.9.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki tanesinin fosfor içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ )



**Şekil 4.10.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin fosfor içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)

#### 4.4.2. Sapın Fosfor İçeriği

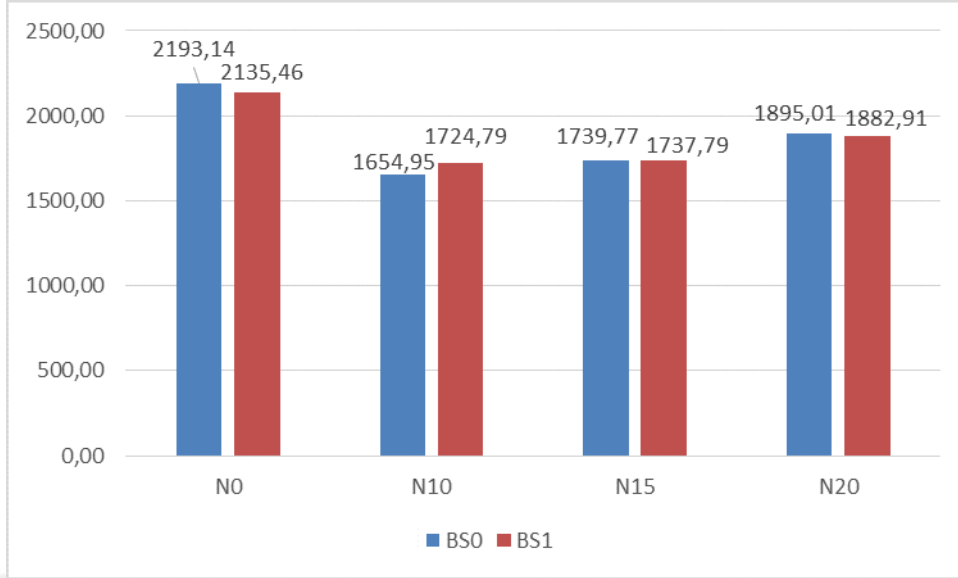
Buğday bitkisinin sap kısmının fosfor içerikleri 1654,95 (N<sub>10</sub>BS<sub>0</sub>) ile 2193,14 mg kg<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) arasında değişmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.11). Kontrole (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) göre uygulanan tüm azot dozları bitki sapının fosfor konsantrasyonunu istatistiki açıdan önemli seviyede düşürmüştür. Şekil 4.12’de sunulmuş olan BS uygulamalarının etkisi ile ortaya çıkan fosfor konsantrasyonlarındaki değişimler (N<sub>0</sub>: % -2,63 – N<sub>10</sub>: % 4,22 – N<sub>15</sub>: % -0,11 – N<sub>20</sub>: % -0,64) istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.6.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının fosfor içeriği üzerine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>).

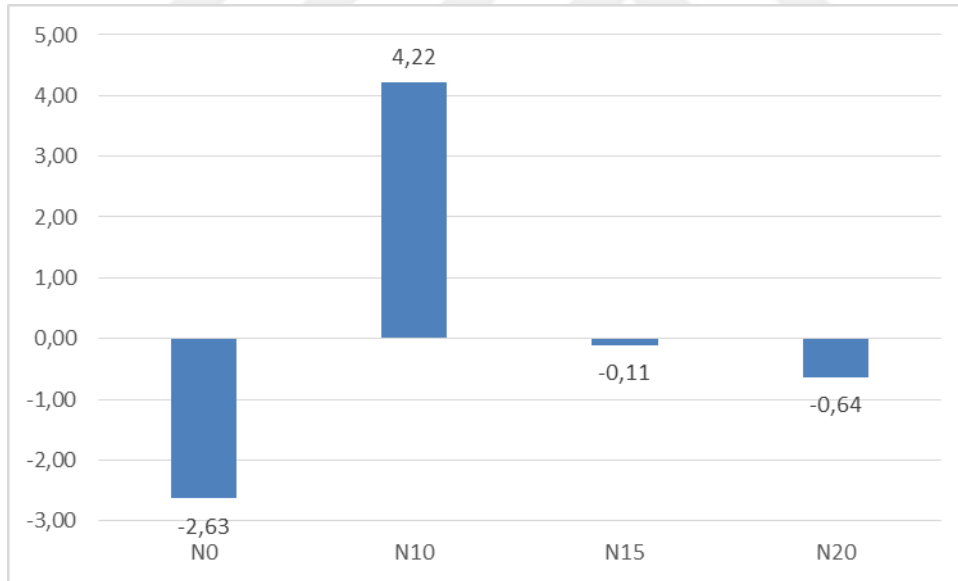
N, kg da <sup>-1</sup>	Sap Fosfor İçeriği		
	BS <sub>0</sub>	BS <sub>1</sub>	Ortalama
0	2193,14	2135,46	2164,30 A
10	1654,95	1724,79	1689,87 C
15	1739,77	1737,79	1738,78 BC
20	1895,01	1882,91	1888,96 B
<b>Ortalama</b>	1870,72	1870,24	
Azot		***	
Azot x BS int.		öd	
BS		öd	

\*\*\* P < 0,001 (F: 5,3962)





**Şekil 4.11.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki sapının fosfor içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ )



**Şekil 4.12.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının fosfor içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)

Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisinin sap fosfor konsantrasyonu üzerine etkilerinin istatistiksel analizi Çizelge 4.6'de sunulmuştur.

Araştırma kapsamında azot uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan önemli bulunurken, BS uygulamaları ve azot x BS interaksiyonunun etkisi ise önemsiz olmuştur (Çizelge 4.6).

#### 4.5. Buğday Bitkisine Artan dozlarda Azot (N) ve *Bacillus subtilis* Ch-13 Uygulamasının Bitkinin Potasyum İçeriğine Etkisi

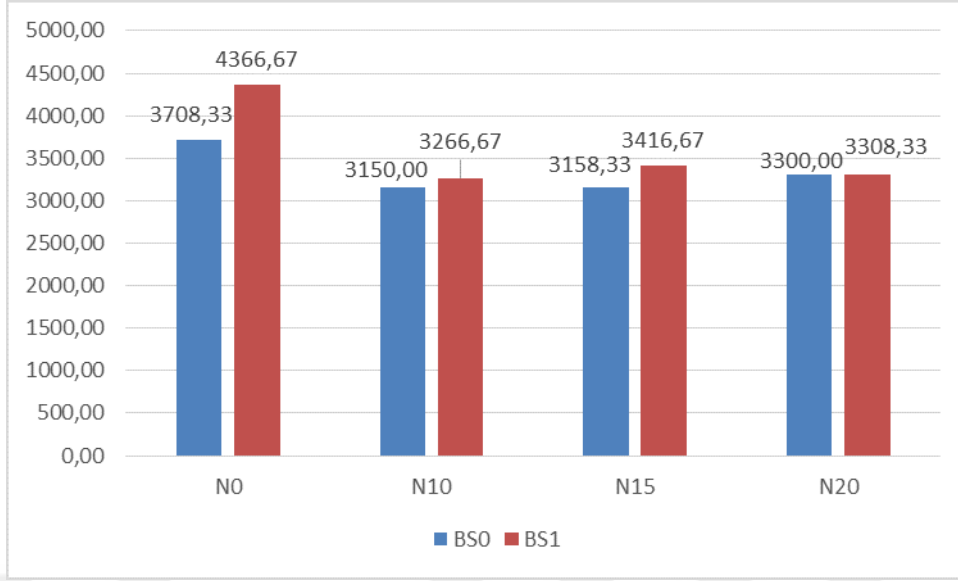
##### 4.5.1. Tanenin Potasyum İçeriği

Buğday bitkisinin tane potasyum konsantrasyonları 3150 mg kg<sup>-1</sup> (N<sub>10</sub>BS<sub>0</sub>) ile 4366,67 mg kg<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>1</sub>) arasında değişmektedir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.13). Kontrole (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) göre uygulanan tüm azot dozları bitki tanesinde potasyum konsantrasyonunu istatistiki açıdan önemli seviyede düşürmüştür. Şekil 4.14’de sunulmuş olan BS uygulamalarının etkisi ile ortaya çıkan potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler (N<sub>10</sub>: % 3,7 – N<sub>15</sub>: % 8,18 – N<sub>20</sub> % 0,25) istatistiki açıdan önemsiz iken N<sub>0</sub> dozunda BS uygulaması (N<sub>0</sub>: % 17,75) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

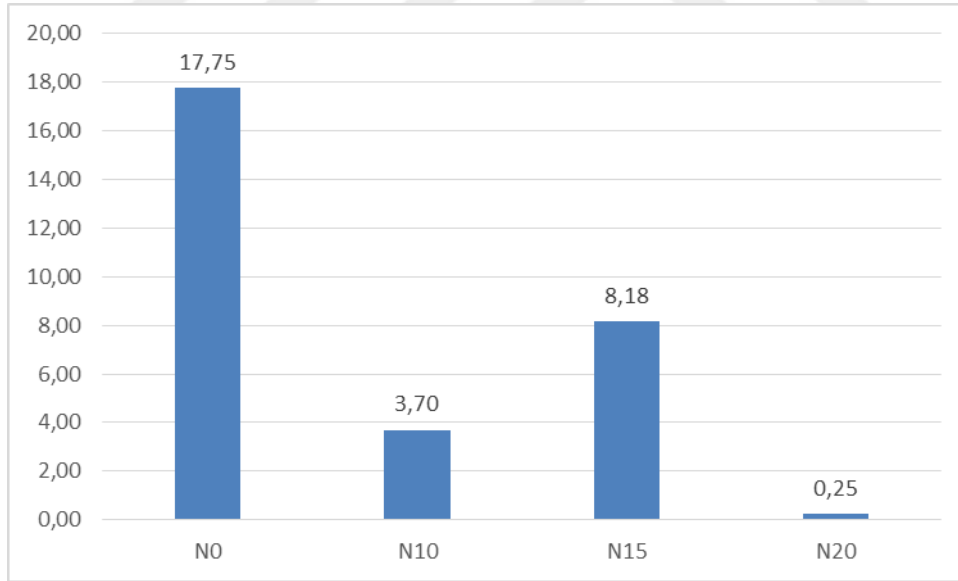
**Çizelge 4.7.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin potasyum içeriği üzerine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>)

Tane Potasyum İçeriği			
N, kg da <sup>-1</sup>	BS <sub>0</sub>	BS <sub>1</sub>	Ortalama
0	3708,33	4366,67	4037,50 A
10	3150,00	3266,67	3208,34 B
15	3158,33	3416,67	3287,50 B
20	3300,00	3308,33	3304,17 B
<b>Ortalama</b>	3329,17	3589,59	
Azot		*	
Azot x BS int.		öd	
BS		öd	

\* P < 0,05 (F: 2,3395)



**Şekil 4.13.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki tanesinin potasyum içeriği (mg kg<sup>-1</sup>)



**Şekil 4.14.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki tanesinin potasyum içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%)

Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisi tane potasyum konsantrasyonu üzerine etkilerinin istatistiksel analizi Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Araştırma kapsamında azot uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan önemli bulunurken, BS uygulamaları ve azot x BS interaksiyonunun etkisi ise önemsiz olmuştur (Çizelge 4.7).

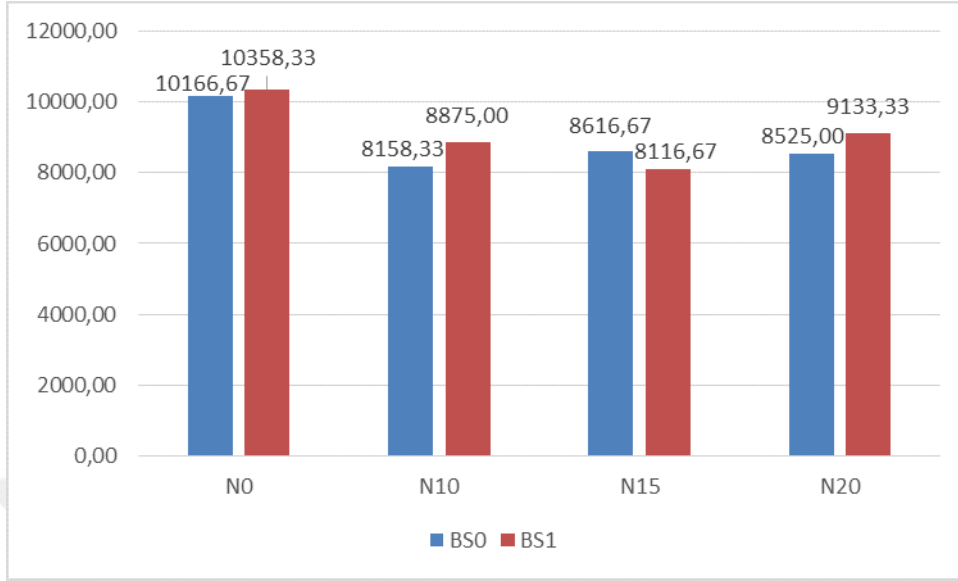
#### 4.5.2. Sapın Potasyum İçeriği

Buğday bitkisinin sapındaki potasyum konsantrasyonları 8116,67 mg kg<sup>-1</sup> (N<sub>15</sub>BS<sub>1</sub>) ile 10358,33 mg kg<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub>BS<sub>1</sub>) arasında değişmiştir (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.15). Kontrole (N<sub>0</sub>BS<sub>0</sub>) göre uygulanan tüm azot dozları bitki sapında potasyum konsantrasyonunu istatistiki açıdan önemli seviyede düşürmüştür. Şekil 4.16'da sunulmuş olan BS uygulamalarının etkisi ile ortaya çıkan potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler (N<sub>0</sub>: % 1,89 – N<sub>10</sub>: % 8,78 – N<sub>15</sub>: % -5,80 – N<sub>20</sub>: % 7,14) istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

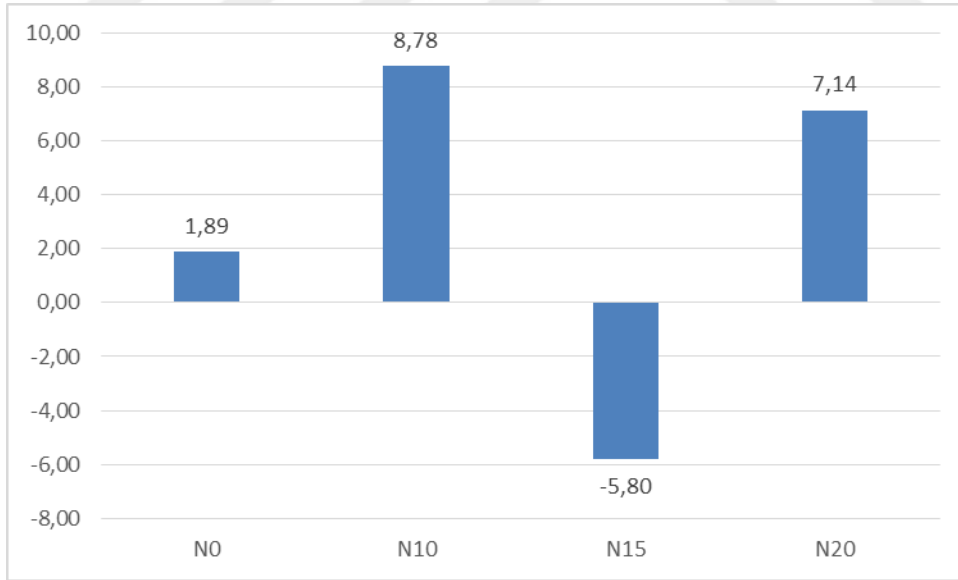
**Çizelge 4.8.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının potasyum içeriği üzerine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>)

<b>Sap Potasyum İçeriği</b>			
<b>N, kg da<sup>-1</sup></b>	<b>BS<sub>0</sub></b>	<b>BS<sub>1</sub></b>	<b>Ortalama</b>
<b>0</b>	10166,67	10358,33	10262,50 A
<b>10</b>	8158,33	8875,00	8516,67 B
<b>15</b>	8616,67	8116,67	8366,67 B
<b>20</b>	8525,00	9133,33	8829,17 B
<b>Ortalama</b>	8866,67	9120,83	
Azot	***		
Azot x BS int.	öd		
BS	öd		

\*\*\* P < 0,001 (F: 8,177)



**Şekil 4.15.** Artan dozlarda azot (N) ile birlikte BS uygulanan ve uygulanmayan parsellerde bitki sapının potasyum içeriği ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).



**Şekil 4.16.** Artan dozlarda uygulanan azot (N) ile birlikte BS uygulamalarının bitki sapının potasyum içeriği üzerine meydana getirdiği değişim (%).

Artan dozlarda azot (N) ve BS uygulamasının buğday bitkisi sap potasyum konsantrasyonu üzerine etkilerinin istatistiksel analizi Çizelge 4.8'de sunulmuştur.

Araştırma kapsamında azot uygulamalarının etkisi istatistiki açıdan önemli bulunurken, BS uygulamaları ve azot x BS interaksiyonun etkisi ise önemsiz olmuştur (izelge 4.8).



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

*Bacillus subtilis* bakterisinin bitki gelişimi üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Bu bakteri, çok farklı mekanizmalarla bitki gelişimini teşvik etmektedir. Öncelikle *Bacillus subtilis* kimi antibiyotikleri sentezlediği tespit edilmiştir (Lee ve ark. 2008; Liu ve ark. 2009; Swain ve Ray 2009). Ayrıca *Bacillus subtilis* bitki kökünde kolaylıkla kolonize olmakta ve çoğalmaya devam edebilmektedir (Dijkstra ve ark. 1987). Uçucu organik bileşikler sentezleyen *Bacillus subtilis* (Ryu ve ark. 2004) sistemik dirence yardımcı olmakta, fitohormonlar ve hücre dışı hormonlar salgılayarak kök ve gövde gelişimini teşvik etmektedir (Forchetti ve ark. 2007; Lee ve ark. 2008; Swain ve Ray 2009). *Bacillus subtilis*, meyve olgunlaşması, yaprak yaşlanması, çiçek dökülmesi, çimlenme kapasitesi, hücre boyu ve çoğalması, nodülasyon ve hastalığa karşı direnç üzerine etkisiyle bilinen etilen seviyelerini de düşürmektedir (Kende ve Zeevaart 1997; Glick ve ark. 1998; Penrose ve Glick 2003).

Araştırma kapsamında artan dozlarda azot ve *Bacillus subtilis* Ch-13 bakterisi uygulamasının yer aldığı tarla denemesinde buğday bitkisinin yaş ağırlığı üzerine azot dozları ve BS uygulaması pozitif yönde etki göstermişlerdir. Uygulanan azot dozları bitkinin yaş ağırlığını kontrole göre sürekli şekilde arttırmıştır. BS uygulaması ise özellikle azotun N<sub>15</sub> dozunda etkili olmuştur. Bai ve ark. (2003) soya fasulyesinin üç farklı *Bacillus* türü ile gübrelenmesi sonucunda tüm türlerde bitkinin hem sera hemde arazi denemelerinde gelişiminin arttığını belirlemişlerdir.

Bitki yaş ağırlığında azotun belirlenen seviyede etkili olması beklenen bir sonuçtur. Özellikle bitkide proteinin ve klorofil molekülünün yapısında yer alan azot, vejetatif aksamın gelişmesinde büyük rol oynamaktadır (Kacar ve ark. 2010).

Buğday bitkisinin verimi üzerine azot dozları ve azot dozları ile birlikte BS uygulaması olumlu yönde etkide bulunmuşlardır (N<sub>20</sub>BS<sub>1</sub> hariç). Tüm azot dozları kontrole göre ve dozlara bağlı olarak artan şekilde buğday verimini arttırmıştır. BS uygulamalarında N<sub>15</sub> dozunda etkili bir artış belirlenirken, azotun en yüksek dozunda ise verimde azalma gerçekleşmiştir. Çalışmada azotun verim üzerine etkin olması beklenen ve bilinen bir

etkidir. Benzer bir sonuç Aydoğan iftci ve Doğan (2013) tarafından da ifade edilmiş ve azotun 20kg N da<sup>-1</sup> dozuna kadar artan verimin daha yüksek dozlarda ise azaldığı belirtilmiştir. BS uygulamasının azotun en yüksek dozunda arttırıcı etkisini kaybetmesi ise bitkinin toprakta yeterli azot varlığında ortak yaşama gereksinim duymaması ile açıklanabilir.

Buğday bitkisi tanesinin azot içeriği üzerinde BS uygulamalarının etkisi pozitif yönde olmuştur. Kontrole göre tüm azot dozlarında uygulanan BS tanenin azot içeriğini arttırmıştır. Benzer sonuç Lopez-Valdez ve ark. (2011)'nin *bacillius subtilis* türleri ile yaptıkları çalışmalarında da bulunmuştur. Araştırmacılar ayçiçeği bitkisinin toplam azot içeriğinin BS uygulaması ile arttığını belirlemişlerdir.

Artan dozlarda azot ile birlikte BS uygulaması tanenin fosfor ve potasyum içeriklerini pozitif yönde etkilemiş ancak bu artış istatistiksel olarak anlam kazanmamıştır. *Bacillius* türlerinin bitki kökü üzerinde önemli etkilerinin olduğu, özellikle kökün uzaması üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Swain ve Ray (2009) yapmış oldukları çalışmada nohut köklerinin uzunluğunun *Bacillius subtilis* uygulaması ile kontrole göre % 74 arttığını gözlemlemişlerdir. Bitki kökünün toprak ile değinim yüzeyi arttığı bitkinin su ve besin elementi alınıminin da arttığı bilinmektedir. Bununla birlikte buğday bitkisi sapında BS uygulaması sonucunda belirlenen fosfor içeriğindeki azalış ve fosforun tanedeki artışı, BS uygulamasıyla bitki sap ve tanesinde görülen potasyum artışı (sap N<sub>15</sub> hariç) ile açıklanabilir. Potasyum bitkide fotosentez ürünlerinin taşınımında etkin rol oynamaktadır.

Sonuç olarak *Bacillus subtilis* Ch-13'n tarımda kullanımının (zellikle buğday bitkisinde) verimi arttırdığı ifade edilebilir. Diğer birçok mikrobiyolojik preparat da olduğu gibi BS uygulamalarında da toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri uygulanan mikrobiyolojik gübrenin etkinliği üzerindeki önemli parametrelerdir. Unutulmamalıdır ki mikrobiyolojik gübreler tek başlarına bir bitkinin vejetasyon süresi boyunca ihtiyaç duyduğu bitki besin elementlerini karşılayamamaktadır. Kaliteyi arttırıcı destek gübreleri olarak düşünülen mikrobiyolojik gübreler, düzenli olarak toprak ve bitki



analizleri sonucunda oluşturulacak gübreleme planlarına dahil edildiklerinde daha iyi sonuçlar elde bilmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

**Abd-Alla, M.H., El-Enany, A.W.E., Nafady, N.A., Khalaf, D.M., Morsy, F.M. 2014.** Synergistic interaction of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* and arbuscular mycorrhizal fungi as a plant growth promoting biofertilizers for faba bean (*Vicia faba* L.) in alkaline soil. *Microbiological Research* 169(1): 49–58.

**Anandham, R., Sridar, R., Nalayini, P., Poonguzhali, S., Madhaiyan, M., Sa, T. 2007.** Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and *Rhizobium*. *Microbiological Research* 162(2): 139–153.

**Anonim, 1988.** Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. T.C.T.O.K.B. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No:151.

**Anonim, 1990.** Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Mikko Sillanpaa, Rome.

**Anonim, 2006.** Bursa, Mustafakemalpaşa, Keles, Büyükorhan, Harmancık, Balıkesir, Dursunbey, Domaniç, Kütahya, Emet, Gediz, Simav, Davecikanalı, Tavşanlı Meteoroloji İstasyonları Çok Yıllık ve Aylık Yağış ve Sıcaklık Verileri Raporları. DMİ Genel Müd. (Yayınlanmamış), s. 32.

**Anonim, 2014.** Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sistemi. <http://tumas.mgm.gov.tr/> (Erişim Tarihi:17/10/2014).

**Aydoğan Çiftci, E. ve Doğan, R. 2013.** Azotlu gübre dozlarının Gediz-75 ve Flamura-85 buğday çeşitlerinde verim ve kaliteye etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 19: 1-11.

**Bai, Y., Zhou, X., Smith, D.L. 2003.** Enhanced Soybean Plant Growth Resulting from Coinoculation of *Bacillus strains* with *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Science* 43(5):1774-1781

**Bouyoucos, G.J. 1951.** A Recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of Soils. *Agronomy Journal* 43: 434-438.

**Brakel, J., Manil, P. 1965.** Symbiotic fixation of nitrogen by the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.). Inoculation trials with *Rhizobium phaseoli*. Bull. Inst. agron. Stns. Rech. Gembloux 33: 3-25.

**Bremmer, J.M. 1965.** Total Nitrogen. In Methods of Soil Analysis, Part 2. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Ed. C.A. Black. Madison, Wisconsin, pp: 1149-1178.

**Çağlar, K.Ö. 1949.** Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi Yayınları, No:10, Ankara, s: 230

**Diagne, N., Diouf, D., Svistoonoff, S., Kane, A., Noba, K., Franche, C., Bogusz, D., Duponnois, R. 2013.** Casuarina in Africa: Distribution, role and importance of arbuscular mycorrhizal, ectomycorrhizal fungi and *Frankia* on plant development. *Journal of Environmental Management* 128: 204-209.

**Dijkstra, A.F., Scholten, G.H.N., van Veen, J.A., 1987.** Colonization of wheat seedling (*Triticum aestivum*) roots by *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. *Biology and Fertility of Soils* 4(1-2), 41-46.

**Dundas, P. 2002.** The Jains. Routledge, Taylor & Francis Group, London, 368s.

**Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Şahin, F. 2002.** Effects of foliar application of *Bacillus subtilis* Osu-142 on the yield, growth and control of shot-hole disease (*Coryneum* blight) of Apricot. *Gartenbauwissenschaft* 67(4):139-142.

**Follet, R.H. 1969.** Zn. Fe. Mn and Cu in Colorado Soils. PhD. Dissertation. Colorado State University

**Forchetti, G., Masciarelli, O., Alemano, S., Alvarez, D., Abdala, G., 2007.** Endophytic bacteria in sunflower (*Helianthus annuus* L.): isolation, characterization, and production of jasmonates and abscisic acid in culture medium. *Applied Microbiology and Biotechnology* 76: 1145–1152.

**Furuyaa, S., Mochizuki, M., Aoki, Y., Kobayashi, H., Takayanagi, T., Shimizu, M., Suzuki, S. 2011.** Isolation and characterization of *Bacillus subtilis* KS1 for the biocontrol of grapevine fungal diseases. *Biocontrol Science and Technology* 21(6): 705-720.

**Glick, B.R., Penrose, D.M., Li, J., 1998.** A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth promoting bacteria. *Journal of Theoretical Biology* 190(1): 63-68.

**Grewelling, T., Peech, M. 1960.** Chemical Soil Tests. Cornell University Agricultural Experiment Station Bull., 960s.

**Gullap, M.K., Dascı, M., Erkovan, H.I., Koc, A., Turan, M. 2014.** Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and phosphorus fertilizer-assisted phytoextraction of toxic heavy metals from contaminated soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 45(19): 2593–2606.

**Hamdi, H., Taha, S., El-Damaty, A., El-Sherif, A. 1967.** The effect of bacterial inoculation and phosphatic fertilization on some legumes in a sandy loam soil of the V.A. R. J. *Soil Science* 6: 1-16.

**Harrigan, G.G., Ridley, W.P., Miller, K.D., Sorbet, R., Riordan S.G., Nemeth, M. A., Reeves, W., Pester, T. A. 2009.** The Forage and grain of MON 87460, a drought-tolerant corn hybrid, are compositionally equivalent to that of conventional corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(20): 9754-9763.

**Jackson, M.L. 1962.** Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. Inc. 183, New York, s:84-86.

**Jethmalani, S. C., Tiwari, K.L., Hymowitz, T., Walker, W.M. 1971.** Effect of inoculum, variety, phosphorus, and potassium on certain attributes of two soybean varieties at jabalpur, M.P. India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 2: 301–310.

**Kacar, B. 1994.** Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara, 705s.

**Kacar, B., İnal, A. 2008.** Bitki analizleri. Nobel yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, 267s.

**Kacar, B. Katkat, A.V. 2009.** Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, 559s.

**Kacar, B., Kütük, C. 2010.** Gübre Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, 384s.

**Kacar, B. Katkat, A.V. Öztürk, Ş. 2010.** Bitki Fizyolojisi, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. Ankara, 556 s.

**Kalra, Y. P. 1998.** Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. Soil and Plant Analysis Council, Inc. CRC Press. New York, 287s.

**Kang, S.M., Radhakrishnan, R., You, Y.H., Joo, G.J., Lee, I.J., Lee, K.E., Kim, J.H. 2014.** Phosphate solubilizing *Bacillus megaterium* mj1212 regulates endogenous plant carbohydrates and amino acids contents to promote mustard plant growth. *Indian Journal of Microbiology* 54(4):427-433.

**Kende, H., Zeevaart, J.A.D., 1997.** The five “classical” plant hormones. *Plant Cell* 9(7): 1197-1210.

**Kumar, P., Dubey, R.C., Maheshwari, D.K. 2012.** *Bacillus* strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens. *Microbiological Research* 167(8): 493-499

**Lee, K.J., Kamala-Kannan, S., Sub, H.S., Seong, C.K., Lee, G.W. 2008.** Biological control of *Phytophthora* blight in red pepper (*Capsicum annuum* L.) using *Bacillus subtilis*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24(7): 1139-1145.

**Lindsay, W.L., Norvell, W.A. 1978.** Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42(3): 421-428.

**Liu, B., Qiao, H., Huang, L., Buchenauer, H., Han, Q., Kang, Z., Gong, Y., 2009.** Biological control of take-all in wheat by endophytic *Bacillus subtilis* E1R-j and potential mode of action. *Biological Control* 49(3): 277-285.

**López-Valdez, F., Fernández-Luqueno, F., Ceballos-Ramírez, J.M., Marsch, R., Olalde-Portugal, V., Dendooven, L. 2011.** A strain of *Bacillus subtilis* stimulates sunflower growth (*Helianthus annuus* L.) temporarily. *Scientia Horticulturae* 128: 499-505

**Lott, W.L., Gallo, J.P., Meaff, J.C. 1956.** Leaf Analysis Tecnique in Coffe Research, Ibec. Research Inc. 1-9, 21-24.

**Madigan, M., Martinko, J. 2006.** Brock Biology of Microorganisms (13th ed.). Pearson Education, ABD, 1056s.

**Ortaş, I., Üstüner, O. 2014.** The effects of single species, dual species and indigenus *mycorrhiza* inoculation on citrus growth and nutrient uptake. *European Journal of Soil Biology* 63:64-69.

**Özsoy, G. 2001.** Uludağ Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Genesisi ve Sınıflandırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Bursa.

**Penrose, D.M., Glick, B.R. 2003.** Methods for isolating and characterizing ACC deaminase - containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia Plantarum* 118(1): 10–15.

**Rajesh, K., Pal, S. V., Anuradha, S. 2014.** A study biological control of *Aspergillus flavus* using *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. *International Journal of Scientific and Engineering* 2(6): 213-218.

**Richards, L.A. 1954.** Diagnosis and Improvements of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook. No: 60, 160s.

**Ryu, C.M., Farag, M.A., Hu, C.H., Reddy, M.S., Kloepper, J.W., Pare, P.W., 2004.** Bacterial volatiles induce systemic resistance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 134(3): 1017-1026.

**Soil Survey Manual, 1951.** U.S. Department of Agriculture Hand Book. 18, 235p.

**Swain, M.R., Ray, R.C., 2009.** Biocontrol and other beneficial activities of *Bacillus subtilis* isolated from cowdung microflora. *Microbiological Research* 164(2): 121–130.

**Thomas, G.W. 1982.** Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Ed.A.L. Page, American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 159-164.

**Turan, M., Gulluce, M., Wirén, N. V., Sahin, F. 2012.** Yield promotion and phosphorus solubilization by plant growth–promoting rhizobacteria in extensive wheat production in Turkey. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 175(6): 818-826.

**Vaikuntapu, R. P., Dutta, S., Samudrala, R. B., Rao, V.R.V.N., Kalam, S., Podile, A.R. 2014.** Preferential promotion of *Lycopersicon esculentum* (Tomato) growth by plant growth promoting bacteria associated with tomato. *Indian Journal of Microbiology* 54(4): 403-412.

**Verma, J.P., Yadav, J., Tiwari, K.N., Kumar, A. 2013.** Effect of indigenous *Mesorhizobium* spp. and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. *Ecological Engineering* 51: 282-286

**Watanabe, F.S., Olsen, S.R. 1965.** Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soil, *Soil Science Society of America Journal* 29(6): 677-678

**Yadav, J., Verma, J. P. 2014.** Effect of seed inoculation with indigenous Rhizobium and plant growth promoting rhizobacteria on nutrients uptake and yields of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journal of Soil Biology* 63: 70-77.

**Yao, A. V., Bochow, H., Karimov, S., Boturov, U., Sanginbo, S., Sharipov, A.K. 2006.** Effect of FZB 24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. *Archives of Phytopathology and Plant Protection August* 39(4): 323-328.

**Zafar, M., Abbasi, M. K., Khan, M. A., Khaliq, A., Sultan, T., Aslam, M. 2012.** effect of plant growth-promoting *Rhizobacteria* on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions. *Pedosphere* 22(6): 848-859.

**Zhang, N., Wu, K., He, X., Li, S., Zhang, Z., Shen, B., Yang, X., Zhang, R., Huang, Q., Shen, Q. 2011.** A new bioorganic fertilizer can effectively control banana wilt by strong colonization with *Bacillus subtilis* N11. *Plant and Soil* 344(1-2): 87-97.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sencer ÖZTÜFEKÇİ  
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul 31/07/1986  
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)  
Lise : Kadıköy Fenerbahçe Lisesi  
Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2014-  
İletişim (e-posta) : sencer@uludağ.edu.tr  
Yayımları : **Kayın, G.B., Öztüfekçi, S., Ardıç, Y., Karaata, E.U., Turan, M. A. 2014.** Evaluation of *Bacillus subtilis* Ch-13 Effect on Yield and Quality of Wheat. Balkan Agriculture Congress, 8-10 Eylül 2014. Trakya Üniversitesi, Edirne.

**Turan, M.A., Katkat, A. V., Öztüfekçi, S., Kayın, G. B. 2014.** Determination of Zinc Content for Three Great Soil Groups in Bursa Region. Balkan Agriculture Congress, 8-10 Eylül 2014. Trakya Üniversitesi, Edirne.