

**AZOTLU MİNERAL GÜBRE ve**  
*Azotobacter sp* **BAKTERİ UYGULAMASININ**  
**FINDIK VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Osman ÜÇÜNCÜ**

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**

**Bitki Besleme Bilim Dalı**

**Prof. Dr. Serdar BİLEN**

**2018**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AZOTLU MİNERAL GÜBRE ve  
*Azotobacter sp* BAKTERİ UYGULAMASININ  
FINDIK VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Osman ÜÇÜNCÜ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI  
Bitki Besleme Bilim Dalı**

**ERZURUM  
2018**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**AZOTLU MİNERAL GÜBRE ve *Azotobacter sp* BAKTERİ UYGULAMASININ  
FINDIK VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Prof. Dr. Serdar BİLEN danışmanlığında, Osman ÜÇÜNCÜ tarafından hazırlanan bu çalışma, ..../..../2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı - Bitki Besleme Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu ...../...../..... tarih ve ...../..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet KARAKAN**  
**Enstitü Müdürü**

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

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### AZOTLU MİNERAL GÜBRE ve *Azotobacter sp* BAKTERİ UYGULAMASININ FINDIK VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Osman ÜÇÜNCÜ

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Bitki Besleme Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serdar BİLEN

Son yıllarda kimyasal gübrelerin olumsuz etkileri sebebi ile organik tarım sistemleri içerisinde çiftlik gübresi, organik gübre ve mikrobiyal içerikli gübrelerin kullanımı yaygın hale gelmiştir. Yapılan bu çalışmada, Rize yöresinde yaygın olarak yetiştirilen fındık ağaçlarına uygulanan mineral azotlu gübrenin ve mikrobiyal gübrelemenin fındık ağaçlarının verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek ve mineral azotlu gübrelemeye eşdeğer mikrobiyal gübre değeri belirlemeye çalışılmıştır.

Deneme; Trabzon Akşabat ilçesinde bulunan fındık (*Corylus maxima*) ocaklarının bulunduğu fındık bahçesinde yürütülmüştür. Deneme alanının 1 da'ında ortalama olarak 35 ocak fındık hesap edilmiş ve topraklarının analizi sonucu belirlenen P ve K miktarları dikkate alınarak, tesis gübresi olarak % 46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeren Triple Süper Fosfat (CaH<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) gübresinden 12 kg/da (160 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ocak) ve %50 K<sub>2</sub>O içeren potasyum sülfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) gübresinden 14 kg/da (200 g K<sub>2</sub>O/ocak) hesabı ile gübreleme yapılmıştır. Deneme alanında sadece azotlu uygulamalarda kullanılmak üzere (%21 Azot, N %24 Kükürt, S) içeren amonyum sülfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübresinden sırası ile her bir ocağa N<sub>0</sub>: 0.0, N<sub>2.5</sub>: 2.5, N<sub>5.0</sub>: 5.0, N<sub>7.5</sub>: 7.5 ve N<sub>10</sub>: 10 kg N da<sup>-1</sup> dozlarında azot ihtiva edecek şekilde 0.0, 10.0, 20.0, 30.0, 40.0 kg (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da<sup>-1</sup> gübresinden uygulama yapılmıştır. Fındık ocaklarına Mart ayı başında azotlu gübrenin yarısı, diğer yarısı ise Haziran ayı başında uygulanmıştır. Mikrobiyal gübre olarak deneme toprağından izole edilen ve yüksek azot fikse etme yeteneğine sahip *Azotobacter sp.* bakteri kültürü kullanılmıştır.

Deneme sonuçlarına göre; azotlu mineral gübreleme ve mikrobiyal gübreleme ile fındık bitkisi verim değerleri arasında önemli (p<0.05) ilişki tespit edilmiştir. Azotlu gübrelemenin doz artışına bağlı olarak fındık verimi, mikrobiyal populasyon, toprak CO<sub>2</sub> salınımı ve toprak enzim içerikleri artış göstermiştir. Mikrobiyal gübrelemenin 7.5 kg da<sup>-1</sup> kimyasal gübrelemeye eşdeğer olduğu tespit edilmiştir.

**2018, 53 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Fındıkta bakteri aşılması, *Azotobacter sp.*, Azotlu mineral gübreleme, mikrobiyal gübreleme

## ABSTRACT

Master Thesis

### EFFECT OF BACTERIUM (*Azotobacter sp.*) INOCULATION ON SOME YIELD PARAMETERS OF NUTS (*Corylus maxima*)

Osman ÜÇÜNCÜ

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition  
Department of Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Serdar BİLEN

In recent years, due to the negative effects of chemical fertilizers, the use of farm fertilization, organic fertilizers and microbial fertilizers in organic farming systems has become widespread. In this study, it was tried to determine the effects of mineral nitrogen fertilizer applied on hazelnut trees grown on yield components of hazelnut trees and to determine microbial fertilizer value equivalent to mineral nitrogen fertilizer.

Trial; The hazelnut (*Corylus maxima*) in Akbabat province of Trabzon was carried out in the hazelnut garden where the quarries are located. On average, 35 januts were calculated in 1 da of the experimental area and 12 kg da<sup>-1</sup> (160 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/quarry) of Triple Super Phosphate (CaH<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) containing 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as plant extract was taken into account, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/quarry) and potassium sulphate (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) containing 50% K<sub>2</sub>O were fertilized at 14 kg da<sup>-1</sup> (200 g K<sub>2</sub>O/quarry). N<sub>0</sub>: 0.0, N<sub>2.5</sub>: 2.5, N<sub>5.0</sub>: 5.0, N<sub>7.5</sub>: 7.5 and N<sub>10</sub>: 10 da N da<sup>-1</sup> doses of içeren amonium sulphate (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (%21 N, %24 S), respectively, for use in nitrogen applications only in the test area nitrogen was applied at 0.0, 10.0, 20.0, 30.0, 40.0 kg of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da<sup>-1</sup>. Hazelnut quarries at the beginning of March, half of the nitrogen carburetor, the other half was applied in early June. *Azotobacter sp.*, which is isolated from the experimental soil as microbial fertilizer and has the ability to fix high nitrogen, bacterial culture was used.

According to test results; relationship between nutrient mineral fertilization and microbial fertilization and hazelnut yield values has been found significant (p<0.05). Nutrient yield, microbial population, soil CO<sub>2</sub> release and soil enzyme contents increased due to dose increase of nitrogenous fertilizer. Microbial fertilizer was found to be equivalent to 7.5 kg da<sup>-1</sup> chemical fertilizer.

**2018, 53 pages**

**Keywords:** Bacteria inoculation in nuts, *Azotobacter sp.*, Mineral nitrogen fertilizer, Mikrobiyal Fertilizer

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Laboratuvarları ve imkanları kullanılarak yürütülmüştür. Bu sebeple araştırmamın yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında katkıları bulunan Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm Başkanlığına ve bölüm öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın planlanıp yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmamın her aşamasında destek ve özveriyle beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Serdar BİLEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bölümde laboratuvar araştırmalarım süresince yardımlarını eksik etmeyen Laborant Sayın Cihan VURAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi olarak desteklerini eksik etmeyen, beni yetiştiren aileme, şükranlarımı ve sevgilerimi sunarım.

**Osman ÜÇÜNCÜ**

**Temmuz, 2018**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>10</b>
3.1.1. Toprak.....	10
3.1.1.a. Deneme alanının coğrafi özellikleri.....	10
3.1.1.b. Deneme alanının toprak özellikleri.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
3.1.1.c. Deneme alanının iklim özellikleri.....	11
3.1.1.d. Deneme alanının tarımsal yapısı.....	11
3.1.2. Fındık ocakları.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
3.1.3. Gübre.....	9
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Toprak örneklerinin analize hazırlanması.....	12
3.2.2. Toprak analiz yöntemleri.....	13
3.2.2.a. Toprak reaksiyonu.....	13
3.2.2.b. Kireç miktarı.....	13
3.2.2.c. Organik madde.....	13
3.2.2.d. Katyon değişim kapasitesi (KDK).....	13
3.2.2.e. Değişebilir Ca, Mg, K ve Na.....	13
3.2.2.f. Elverişli fosfor.....	14
3.2.2.g. Toplam azot.....	14
3.2.2.h. Elektrik iletkenlik.....	14
3.2.2.i. Toprak tekstürü.....	14

3.2.2.j. Mikro element analizleri ( <i>Fe, Cu, Zn, Mn</i> ) .....	15
3.2.2.k. Azotlu mineral gübrelerin hazırlanması .....	15
3.2.3. Biyolojik yöntemler .....	15
3.2.3.a. Aşılama Materyallerinin hazırlanması.....	15
3.2.3.b. Aşılamanın yapılması .....	16
3.2.3.e. Toprak Materyalindeki Bakteri ve Mantar Sayısının Tespiti: .....	17
3.2.3.f. Toprakların CO <sub>2</sub> miktarının tespiti .....	17
3.2.3.g. Toprak enzimlerinin belirlenmesi .....	17
3.2.3.g.1. Üreaz enzim aktivitesi .....	17
3.2.3.g.2 Asit ve alkalın fosfotaz enzim aktivitesi .....	17
3.2.3.g. Deneme planı.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
3.2.4. İstatistiksel analiz yöntemleri .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>19</b>
4.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	19
4.2. Fındık verimi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.3. Bakteri popülasyonu .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.4. Mantar popülasyonu .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.5. Toprak solunumu.....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.5. Üreaz enzim aktivitesi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.5. Asit fosfotaz enzim aktivitesi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
4.5. Alkalın fosfotaz enzim aktivitesi .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>35</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>37</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>37</b>



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrad Derece
Da	Dekar
dS/m	Desi Siemens/metre
g	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
me	Mili Ekivalan
mg	Miligram
mm	Milimetre
ppm	Milyonda Kısım
NB	Nutrient Broth
NA	Nutrient Agar
cfu	Cell Unit Forming
KDK	Kasyon değişim Kapasitesi
cm	Santimetre
mmhos	Elektriksel-Kondaktivite
µm	Mikrometre
l	Litre
ntu	nephelometric turbidity unit

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.2.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık dane verimi üzerine etkisi .....	
Şekil 4.3.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkisi ...	
Şekil 4.4.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi ...	
Şekil 4.5.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi ...	
Şekil 4.6	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri .....	
Şekil 4.7.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri .....	
Şekil 4.8	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri .....	

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	
Çizelge 4.2.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık ocaklarının verimi üzerine etkisi. ....	
Çizelge 4.3.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkisi ...	
Çizelge 4.4.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi....	
Çizelge 4.5.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların solunumu üzerine etkileri .....	
Çizelge 4.6.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri .....	
Çizelge 4.7.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkisi .....	
Çizelge 4.8.	Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkisi .....	

## 1. GİRİŞ

Türkiye, fındık üretiminde dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemizi sırasıyla İtalya (% 16), ABD (%4.4) ve İspanya (%2.2) izlemektedir. Bununla birlikte Yunanistan, Gürcistan, Azerbaycan, Romanya, İran ve Fransa fındık üretiminde söz sahibi ülkelerdir. Dünya fındık üretiminde ülkemiz %78 paya sahiptir (Anon., 2007).

Karadeniz bölgesi ekonomisinde fındık önemli bir yere sahiptir. İnsan beslenmesi açısından içerdiği protein ve yağ asitleri açısından faydaları olan fındığın verim ve kalite özelliklerinin artırılabilmesi için bölgede doğru bir gübreleme programının yapılabilmesi, bilimsel temellere dayanan araştırmaların geliştirilmesi ve çoğaltılması gerekmektedir. Fındık dikim alanları Doğu Karadeniz Bölgesindeki eğimli fındık alanlarından, ekonomik olarak üretilebileceği Batı Karadeniz bölgesindeki taban arazilerine kaymaktadır. Türkiye'nin birim alandan diğer üretici ülkelere göre daha düşük verim elde edilmesi, birim alandaki maliyetinin çok yüksek olması uluslararası piyasalardaki rekabet gücünün düşmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle, fındık tarımında maliyetin düşürülmesi, kalite ve verimin artırılması için doğru bir gübreleme programının uygulanması gerekmektedir.

Kimyasal gübreler ülkemizde ve Karadeniz bölgesinde de yaygın olarak fazlasıyla kullanılmaktadır. Özellikle azotlu gübreler, sulu ve kuru tarım koşullarında kullanılan gübrelerin en başında gelmektedir. Bitkilerce kullanılan azotun ana kaynağı atmosferde bulunan N<sub>2</sub> gazıdır (% 78). Azot (N), bitkisel üretimde en çok gereksinim duyulan bitki besin elementidir.

Azotlu mineral gübrelemenin olumsuz etkileri sebebi ile organik tarım sistemleri içerisinde çiftlik gübresi, organik gübre ve mikrobiyal içerikli gübrelerin kullanımı giderek yaygın hale gelmiştir. Özellikle son yıllarda bakteri aşılmasına bağlı olarak yapılan gübrelemeden olumlu sonuçların elde edilmesi bu gübrelerin yaygınlaşmasını sağlamıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### Kimyasal gübreleme çalışmaları

Çağımızda gelişen ve değişen teknolojik değişmeler, kimya endüstrisinde görülen gelişmeler, yapay gübre üretimi ve tüketimi bitkisel üretimde azotlu gübre uygulamalarının verim artışı üzerine olumlu etkileri giderek artmaya başlamıştır (Greenwood ve Hunt, 1985).

Yörelere ve türlere göre genel olarak ülkemiz meyve yetiştiriciliğinin önemli problemlerinden birisi, birim alandan elde edilen verimin düşüklüğüdür (Kaşka vd 2005). Verimi arttırmanın en önemli yolu uygun tür/çeşit seçimi, gerekli üretim girdilerinin kullanımı ve kültürel tedbirlerin gerektiği şekilde uygulanması ile mümkündür. Bu sebeple verimi arttırmak için en çok başvurulan kültürel uygulama, organik ve suni gübrelerle bitkilerin gübrenmesi gerekliliğidir (Aksoy ve Altındişli 1998).

Azot (N), bitkisel üretimde noksanlığı en sık görülen ve en çok gereksinim duyulan bitki besin elementidir. Aşırı miktarda kullanılan azot (N), içme, yüzey ve yeraltı sularında yüksek konsantrasyonlarda nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ve nitrit ( $\text{NO}_2$ ) birikimine yol açarak insan sağlığını ve çevreyi tehdit edici duruma gelmiştir. Aşırı ve bilinçsiz bir şekilde uygulanan azotun çevre kirlenmesine yol açmasının yanı sıra fındıkta protein oranını arttırmakta, yağ içeriğini düşürmekte, meyve kabuk kalınlığını arttırmakta, hastalıklara karşı direnci azaltmakta ve dolayısıyla fındığın kalite özelliklerini olumsuz etkilemektedir (Özdemir, 2005). Yapılan diğer bazı çalışmalarda artan dozlarda azotun bitkilerin protein içeriğini artırdığını, yağ oranını azalttığını bildirilmişlerdir (Pandurangi ve ark., 1992). Azot uygulaması ile protein içeriği arasında doğrusal bir ilişki mevcut olup, yapraktan azot uygulaması ile bitkilerin protein içeriğinin artırılması önemli ve etkili bir yoldur (Havlin ve ark., 1999, Özdemir, 2005).

Birim alan başına uygulanan azotlu gübrelerin çiftçi ve ülke ekonomisi açısından maliyeti çok büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bu sebeple fındığın kalite ve veriminin artırılması için doğru bir azot gübreleme programının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Doğru ve çevre ile barışık bir gübreleme yönetimi için özellikle toprak analizlerinde toplam N (%N) analizi yerine, mineral azot ihtiyacı belirlenerek gübre önerilerine doğrultusunda gübrelemenin yapılması fındığın kalite ve veriminin artırılmasında ve gübrelemeden kaynaklanan çevre sorunlarının azaltılması ve ekolojik dengenin korunması açısından önemlidir.

Fındık bitkisi 1.200 kg/ha ürün ile yaklaşık olarak topraktan 19 kg N/ha, 9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 12 kg K<sub>2</sub>O/ha ve 16 kg CaO/ha kaldırmaktadır. Bu sebeple fındığın gübrelenmesinde N'lu ve K'lu gübreleme büyük önem taşımaktadır (Genç, 1976).

Ülkemizde son on beş yıllık ortalama fındık üretimi 561 bin ton olmakla birlikte, 2008 yılında 801 bin ton, 2012`de 660 bin ton, 2014 yılında, 450 bin ton, 2015 yılında ise 646 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Bilinçli yapılan azotlu gübreleme ile fındık bitkisinde ortalama dekara verim miktarının 2011-2016 yılları arasında 64 kg`dan 92 kg`a yükseldiği ifade edilmektedir (Anon., 2016).

Aşırı azotlu gübrelemenin olumsuz etkilerinin olduğu belirtilirken, 200 kg N/ha uygulaması ile 50 kg N/ha uygulaması arasında önemli oranda verim düşüşleri (%20 oranında) olduğu belirtilmiştir. 50 kg N/ha dozunun fındık bitkisi için optimum N gübrelemesi için uygun olduğu belirtilmiştir (Tous ve ark., 2005).

Azotlu gübrelerin yüksek düzeylerde kullanımı ile fazla ürün alınması sağlanmış olsa bile, yüksek dozlu N gübrelemesi ürün kalitesinde bozulma, toprak ve su kirliliği ve bu bitkilerle beslenen insan ve hayvanlarda çeşitli sağlık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Ortaya çıkan olumsuz etkileri azaltabilmek için üretimi düşürmeden aşırı düzeylerde gübre tüketimini azaltan sürdürülebilir ve organik tarım süreçlerinin uygulanması zorunlu hale gelmiştir.

## Mikrobiyal Gübreleme Çalışmaları

Dünyada üretilen azotlu gübre miktarı, bitkiler tarafından tüketilen azot miktarını karşılamaya yetmediği gibi ekonomik de değildir (Anon, 1985). Bu açığı kapatmak için yeşil gübrelerden, organik gübrelerden ve mikroorganizmalardan faydalanma yollarına gidilmiş, özellikle mikrobiyal gübreleme ile toprakların N ve P besin elementleri ihtiyaçları karşılanmaya çalışılmıştır.

İyi havalandırılan topraklarda nitrifikasyon bakterileri, azot fiske eden bakteriler, S bakterileri, mantarlar, aktinomisetler ve diğer organik maddeyi oksitleyen mikroorganizmalar çoğalma eğilimi göstermektedirler. Nitrifikasyon bakterileri amonyumu nitrite ve nitrate çevirerek, kükürt bakterileri kükürdü veya kükürt bileşiklerini oksitleyerek mikroorganizmalar için gereken enerjiyi sağlarlar. Mikrobiyal popülasyon toprağın yüzey tabakalarında en fazla olup, profil derinliğine bağlı olarak azalma göstermektedir ve gelişebilmek için genellikle bitki kök bölgesini tercih etmektedirler. Kök bölgesinde mikroorganizma yoğunluğuna bağlı olarak CO<sub>2</sub> miktarı da artış göstermektedir (Çolak, 1995; Kızıloğlu, 1995).

Toprakta bulunan mikroorganizmaların cins ve sayıları değişik faktörlere bağlıdır. Toprak nemi, toprak derinliği, besin maddelerinin yayılabilirlik durumu, organik maddenin bileşimi, toprak havası, mikroorganizmaların bitki köklerine yakınlık durumları en önemli faktörlerdir. Mikroorganizmalar için yayılabilir besin maddelerinin bitki tarafından salınması sonucu kök çevresinde mikroorganizmaların popülasyonunun arasında pozitif bir ilişki mevcuttur (Crozet et al., 1982, Rupela et al., 1987).

Topraklarda mikroorganizma popülasyonunu ve aktivitesini etkileyen çevre faktörleri pH, nem, havalandırma, ışık, sıcaklık, toprak tipi, organik madde içeriği, toprağın iyonik bileşimi ve besin element içeriğidir. Bir toprakta etkili olabilen bir mikroorganizma çeşidi başka bir toprakta etkili olmayabilir ve başka bir topraktaki sayısı ve etkinliği farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; bir toprakta etkili olabilen *Rhizobium* bakterisi başka bir toprakta aynı etkiyi göstermeyebilir. Bu nedenle bitkileri aşılama kullanılan

mikroorganizma izolatının kullanılacağı bölgeye ait topraklardan izole edilmiş olması ve o bölge için kullanılması bakterinin etkinliğinin yüksek olmasına pozitif etki sağlayacaktır (Çakmakçı 1987; Kızıloğlu 1995).

Toprak reaksiyonuna da topraktaki bakteri sayısı ve çeşitliliği etkilemektedir. Çoğu bakteri türleri için nötrale (pH=6-8) yakın koşullar optimumdur. Örneğin *Azotobacter chroococcum* pH'sı 7.2'ye kadar olan topraklarda aktivite gösterir iken, *Azotobacter indicum* asit reaksiyonlu topraklarda daha fazla aktivite göstermektedirler (Çengel, 1993). Nitrifikasyon ve denitrifikasyon yeteneği olan bakterilerin çoğu, simbiyotik ve non-simbiyotik olan bakterilerin çoğu pH=6-8 aralığında aktivite gösterirler (Paul ve Clark, 1989).

Mikroorganizma varlığı bakımından genellikle bahçe toprakları tarla topraklarından, işlenmiş topraklar işlenmemiş topraklardan ve bitkilerin kök bölgesi kökler dışında kalan bölgeye oranla daha zengindirler. Aynı şekilde toprağın üst tabakası alt tabakaya göre mikroorganizma bakımından daha zengindir. Yapılan araştırmalara göre toprakların mikroflorasının varlığı toprağın cins ve tipine göre giderek azalan ölçülerde çernozem > kahverengi topraklar > gley topraklar > podzol topraklar > tuzlu topraklar olarak sıralanırlar (Kızıloğlu, 1995).

Her bitki kendine özgü rizosfer mikroorganizmalarını içermektedir. Bitkiler, beslenmelerine yardımcı olan mikroorganizmaları seçme özelliğine sahip olup, bu mikroorganizmaları kök çevresinde barındırırlar ve gelişmelerini teşvik ederler (Çolak, 1995).

Bu nedenle biyolojik aktivite açısından mevcut çevre koşullarına adapte olmuş ve bulunduğu bölgede bitkilere etkinliği fazla olan bakteri çeşitleri ile aşılama yapmak, verimin artırılmasında etkili bir metot olarak görülmektedir.

Sudhakar et al. (2000), tarafından yapılan bir çalışmada, *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Beijerinckia* bakterilerinin tekli ve üçlü karışımlarının yapraklara uygulanmaları ile



bakteri kombinasyonlarının dut bitkisinde yaprak alanını ve kalitesini önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar uygulamalar arasında en yüksek artışın *Azotobacter* uygulamasından elde edildiğini gözlemlemişlerdir.

Toprakta bulunan mikroorganizmalar enzim faaliyetlerini de etkileyerek besin elementlerinin elverişli forma dönüşmesinde önemli rol oynamaktadırlar. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile enzim aktiviteleri arasında bir ilişki bulunmaktadır. Allüviyal topraklar üzerinde yapılan bir çalışmada biyolojik aktivite açısından sakaroz aktivitesinin yüksek, proteaz aktivitesinin ise düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Ünal ve Rasheed, 1972).

Topraklarda mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkan proteaz, üreaz, ksilanaz, alkali fosfotaz gibi enzim aktivitesi de değişiklik göstermektedir. Toprakların agregat stabilitesi ile dehidrogenaz, proteaz, azot mineralizasyonu, üreaz aktivitesi, alkali fosfotaz ve ksilanaz aktivitesi arasında önemli düzeyde pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Kandeler ve Murer, 1993).

Kimyasal gübrelerin doğal ve çevresel kirlilik üzerine zararlı etkilerini azaltmak için yüksek kalite ve yüksek verim sağlayan yoğun tarım uygulamaları içerisinde sürdürülebilir tarım tekniklerinin ve biyogübreleme uygulamasının önemli olduğu bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Döbereiner 1997; Esitken *et al.* 2003a; Öztürk *et al.* 2003).

Biyogübreler; bitki yüzeyi, toprak veya tohuma uygulandıkları zaman bitkinin ihtiyaç duyduğu temel besin elementlerinin elverişliliğini artırarak büyümeyi teşvik eden canlı mikroorganizmaları içeren bir madde olarak tanımlanabilir. Biyogübre olarak kullanılan bakteri türleri bitki büyüme hormonlarının sentezi (Amer and Utkheda 2000; Hecht-Buchholz 1998), azot fiksasyonu (Esitken *et al.* 2003a) ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin seviyesini artıran enzimlerin miktarına etki ederek bitki büyümesi üzerinde doğrudan etkiye sahip olabilmektedirler (Kumar and Narula 1999; Sahin *et al.* 2004).

Günümüzde biyogübreleme ile bitkilere yapılan azot desteğinin yaklaşık %65'inin karşılandığı ifade edilmektedir. En etkili N fiske eden bakteriler *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium* ve *Allorhizobium* cinsleridir (Bloenberg and Luktenberg 2001).

Bitki rizosferinde ve kök bölgesinde gelişen pek çok toprak bakterisi çok farklı mekanizmalarla bitki büyümesini teşvik etmektedirler. Bu bakteriler bitki büyümesini teşvik etmeleri sebebi ile PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) olarak adlandırılmakta ve bitkilerde (sebzeler, meyveler, süs bitkileri, bazı ağaçlar, tahıllar v.s) değişen oranlarda vejetatif ve generatif gelişimi artırıcı etki göstermektedirler (Vessey 2003; Niranjiyan *et al.* 2006).

Tarımda biyogübre 1990'lı yıllardan sonra kullanımı yaygınlaşmıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemede serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu bakteriler *Serratia*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Alcanigenes*, *Arthrobacter*, *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum* ve *Flavobacterium* cinsleridir. Son yıllarda *Aspergillus* ve *Penicillium* funguslarının biyolojik gübre olarak kullanılma imkanı araştırılmaktadır (Rodriguez and Fraga 1999; Sturz and Nowag 2000; Bloenberg and Luktenberg 2001; Esitken *et al.* 2003a; Çakmakçı ve Erdoğan 2005). En karakteristik endofitik bakteriler *Azarcus spp.*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* ve *Herbasprillum seropedicae*' dir (Rodriguez and Fraga 1999). *Burkholderia* cinsine ait *Burkholderia unamae* ve *Burkholderia tropica* bakteri türleri bitki büyümesini teşvik etme potansiyeline sahip türlerdir (Fuentes-Ramirez and Caballero-Mellado 2006). *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Rhizobium* gibi PGPR'ler bitki büyümesini doğrudan teşvik eden metabolitler üretebilmekte ve bitki fizyolojisinde değişiklikler meydana getirmektedir. Bu grup içinde *Pseudomonas*'ın pek çok ırkı tohum ve köklerin büyüme ve gelişmesine yardımcı olduğu, hızlı büyümeyi teşvik ettiği, kök salgılarında

kemotoksis ve farklı besin kaynaklarını katabolize ettiği vb. özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (De Salamone *et al.* 2006).

Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler toprak ve bitki rizosferinde bulunurlar. Bu mikroorganizmalar kök gelişimini arttırmakta ve sık sık bitki patojenlerini kontrol altında tutmaktadırlar (Antoun and Prevost 2006).

Tarımda bitki büyümesini teşvik eden Rizobakteriler (PGPR), bitkisel biyogübre, biyoinokülant ve biyokontrol ajanları olarak kullanılmaları ile bitkisel üretimde önemli faydalar sağlayan biokaynaklardır (Ngugi *et al.* 2005).

PGPR'ler genel olarak; bitkide besin elementi oranını artıran biyogübreler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülatörler, organik kirleticileri parçalayan rhizoremediatörler ve antibiyotik ve antifungal metabolit üretimiyle hastalıkları kontrol eden biyopestisitlerler olarak gruplandırılmaktadır (Antoun and Prevost 2006).

Bitki büyümesini düzenlemede PGPR'lerin rol aldığı bazı mekanizmalar şunlardır; biyolojik N fiksasyonu, bitkisel hormonların üretilmesi, ACC deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezinin engellenmesi, çevresel stresi azaltma, bakteri-bitki ilişkisini düzenleme, inorganik P'un çözünürlüğünün artırılması ve organik P bileşiklerinin mineralizasyonu, demir diğer bazı iz elementlerin oranında artış sağlama, vitamin sentezi, kök geçirgenliğini artırma. PGPR'ler dolaylı olarak antibiyotik üretimi ile biyokontrol ajanları olarak rol oynarlar, değişik organik bileşiklerin bulunduğu topraklarda engelleyici ksenobiyotikleri parçalayarak bitkileri korurlar (Rodriguez and Fraga 1999; Esitken *et al.* 2003a; Elsheikh and Elzidany 1997; Anonim 2006; Aslantas *et al* 2007; Çakmakçı 2006), salgıladıkları maddeler vasıtasıyla olumsuz çevresel ve toprak şartlarına karşı korurlar (Fuentes-Ramirez and Caballero-Mellado 2006).

PGPR'lar sadece bitkiler bitkisel hormon üretiminde değil, aynı zamanda yararlı ve zararlı olarak bitkilerle ilişki içerisindeki bakterinde üremesine yardımcı olurlar

(Fuentes-Ramirez and Caballero-Mellado 2006). Oksinler genellikle azot fiksasyonundan ziyade köklenmeyi uyarmada ve bitki büyümesini arttırmada etkilidirler (Bloenberg and Luktenberg 2001). PGPR'ler kök sisteminde kolonize olarak bitki gelişimini düzenlemekte ve zararlı rizosfer mikroorganizmalarını baskı altında tutmaktadırlar. Tohum çimlenmesi, kök gelişimi ve bitkinin sudan yararlanmasına da katkılar sağlarlar. Rizobakteriler büyüme hormonlarını üreterek faydalı mikroorganizmalar lehine mikrobiyal dengeyi değiştirerek mineral madde oranını düzenleyerek bitki gelişimini etkileyebilmektedir. Bakteriyel, fungal ve nematod hastalıklarını geniş ölçüde baskılamakta, ayrıca viral hastalıklara karşı koruma sağlamaktadırlar (Sıddıqui 2006).

20. yy'ın ortalarında Sovyetler Birliği ve Hindistan'da PGPR'nin farklı ürünlerdeki etkileri üzerinde çalışmalar yapılmış ve farklı tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar kontrole göre %50-70 oranında verim artışlarının sağlandığı göstermiştir (Lucy *et al.* 2004).

Bu projede çalışması, Rize yöresinde yaygın olarak yetiştirilen fındık ağaçlarına uygulanan azotlu mineral gübreleme uygulamasına ilaveten serbest azot fiske eden *Azotobacter* sp'den hazırlanan bakteriyel gübrelemenin fındık ağaçlarının bazı verim unsurları üzerine etkilerini belirlemek ve mineral azotlu gübrelemeye eşdeğer mikrobiyal gübre dozu uygulamasını belirlemektir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Denemede materyal olarak toprak örnekleri, fındık ağaçları, azotlu mineral gübre ve *Azotobacter* bakteri kültür solüsyonu kullanılmıştır.

##### **3.1.1. Toprak**

Trabzon ili Akçabat ilçesi Yaylacık mahallesinde özel şahsa ait tombul fındık (*Corylus avellana*) yetiştirilen bahçe topraklarından 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. Denemeye materyal teşkil eden toprak örneklerinin alındığı bölgenin coğrafi, iklim ve tarımsal yapısı aşağıda verilmiştir.

##### **3.1.1.a. Deneme alanının coğrafi özellikleri**

4.662 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip Trabzon ilinin, kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Gümüşhane ve Bayburt, doğusunda Rize, batısında Giresun ili bulunmaktadır. Yerleşim yoğunluğu sahil kesimlerdedir. Deniz seviyesinden başlayarak güneye doğru artan yükseklik bölgede 3000 metreyi bulur. Yüksek kesimlerde genellikle dağlar, tepeler ve yaylalar yer almaktadır.

Genel itibarıyla yayla vafında olan Trabzon ili, Çoruh Vadisi ile Melet Çayı arasında sahile paralel uzanan dağlardan teşekkül eden takriben 325 km. uzunluğundaki çok engebeli platformun kuzey kesimini kaplar. Bu platform güneyde Çoruh-Kelkit Vadisi tarafından kesilmiştir. Bu doğal sınırlar içerisinde Doğu Anadolu ile Karadeniz kıyılarının birbirine bağlayan 2.000 metre rakımlı Zigana geçidi bulunur. Bitki örtüsü açısından son derece zengin olan Trabzon'da 440'ı bölgeye has, Türkiye genelinde nadir olan 2.500 bitki türü bulunmaktadır.

### **3.1.1.c. Deneme alanının iklim özellikleri**

Trabzon iklimi yazın sıcak kışın ise normal soğukluktur. Yaz aylarının ortalama sıcaklığı +32 derece dolaylarındadır. Kışın en soğuk günlerinde sıcaklık -6 dereceye kadar düşmektedir. İlkbahar ayları genellikle yağmurlu ve sislidir. Sonbahar ayları ise oldukça güzel geçer.

Trabzon nemli bir iklime sahip, olup nem oranı zaman zaman %99'lara kadar çıkmaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 800-850 mm'dir ve iç kesimlere doğru çıktıkça yağış miktarı da artmaktadır. En az yağmur yağın aylar Temmuz ve Ağustos ayları olup en çok kar ise Şubat ayında yağmaktadır.

En soğuk aylar Ocak ve Şubat aylarıdır. Bu özellikleri ile birlikte Trabzon'un ikliminin ılık ve yumuşak olduğu söylenebilir. Sahilden içe doğru gidildikçe havanın daha güzel, suyun daha temiz olduğu görülür. Yıllık deniz suyu sıcaklığı ortalaması 16.1 olup, Ağustos ayında 27.5°C'ye ulaşır. En düşük değer ise, Mart ayında 6.0°C'dir.

Trabzon ili çok sarp, dağlık bir araziye sahiptir. İl topraklarının % 78'i dağlardan ve % 22'si platolardan meydana gelir. Ovalar kıyıdağı küçük düzlükler, vadilerse küçük olan Değirmendere ve Karadere vadilerinden ibarettir (TÜİK, 2013).

### **3.1.1.d. Deneme alanının tarımsal yapısı**

Trabzon'un 466.400 hektarlık toplam alanının %22'sini tarımsal alanlar, %26'sını meralar, %44'ünü ormanlık alanlar ve %8'ini de kültür dışı araziler oluşturmaktadır. İlde 72.612 tane tarımsal işletme vardır. Trabzon Doğu Karadeniz illeri arasında mısır, patates ve yem pancarı üretimlerinde birinci sıradadır. Aynı zamanda Trabzon özellikle karalahana, pazı, kabak ve yeşil fasulye şeklindeki sebze üretiminde de en iyi performans gösteren illerden birisidir. Fındık şehir ve bölge için stratejik olarak önemli bir meyvedir. Trabzon için en önemli gelir kaynaklarından olan ürünlerden fındık ve çayda, ülke genelindeki üretimlerde fındık üretiminin %10'u ve çay üretiminin

de %12'si Trabzon'da yapılmaktadır. Şu anda çay, bal, fındık ve kivi için organik tarım çalışmaları vardır. Trabzon ilinin hayvan sayıları dikkate alındığında, manda ve arı kovanlarındaki artış dikkat çekicidir. Balıkçılık Trabzon kültürünün en önemli parçalarından biridir. Hamsi şehir için yalnızca bir balık değil aynı zamanda bir kültür öğesidir ve yerel halk için önemli bir üründür (DOKA, 2018).

### **3.1.2. Fındık Ocakları**

Denemede Trabzon ili Akçabat ilçesi Yaylacık mahallesinde özel şahsa ait tombul fındık (*Corylus avellana*) bahçesinde bulunan fındık ocakları üzerinde deneme yürütülmüştür.

### **3.1.3. Gübre**

Deneme alanı topraklarının analizi sonucu belirlenen P ve K miktarları dikkate alınarak, tesis gübresi olarak %46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeren Triple Süper Fosfat (CaH<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) gübresi ve %50 K<sub>2</sub>O içeren potasyum sülfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) gübresi kullanılmıştır. Azotlu gübre uygulamaları için %21 Azot, N %24 Kükürt, S içeren amonyum sülfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) da<sup>-1</sup> gübresi kullanılmıştır.

Mikrobiyal gübre olarak deneme toprağından izole edilen ve yüksek azot fikse etme yeteneğine sahip *Azotobacter* sp. bakteri kültürü aşılama materyali olarak kullanılmıştır (Brown vd 1964; Haktanır 1986).

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Toprak örneklerinin analize hazırlanması**

Denemede kullanılan toprak örnekleri laboratuara getirilip havada kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Plastik kaplarda muhafaza edilen toprak örnekleri

üzerinde kimyasal, fiziksel ve biyolojik analizler yapılmıştır. Saksı denemesinde ise 4 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri kullanılarak deneme kurulmuştur.

### **3.2.2. Toprak analiz yöntemleri**

Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analizleri aşağıdaki ana başlıklar altında ele alınmıştır.

#### **3.2.2.a. Toprak reaksiyonu**

Toprakların pH'ları 1:2.5'luk toprak-su oranında cam elektrotlu Beckman pH metresi ile ölçülmüştür (Handershot *et al.* 1993).

#### **3.2.2.b. Kireç miktarı**

Toprakların kireç içerikleri Scheibler Kalsimetresi ile volümetrik olarak saptanmıştır (Goh *et al.* 1993).

#### **3.2.2.c. Organik madde**

Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Tiessen and Moir 1993).

#### **3.2.2.d. Katyon değişim kapasitesi (KDK)**

Toprakların sodyum asetatla (1 N, pH=8.2) doyurulup amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilen solüsyonlarında atomik absorpsiyon spektrofotometresinde sodyum okuması yapılarak KDK değeri belirlenmiştir (Rhoades, 1982).

#### **3.2.2.e. Değişebilir K ve Na**



Toprakların değişebilir K ve Na kanyonları, amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edilmiş ve alev fotometresinde okunarak belirlenmiştir (Knudsen *et al.* 1982).

### **3.2.2.f. Değişebilir Ca + Mg**

Toprakların değişebilir Ca+Mg kanyonları EDTA (Etilendiamin tetraasetikası) yöntemiyle titrasyonla tespit edilmiştir (Lanyon and Heald 1982).

### **3.2.2.g. Elverişli fosfor**

Toprakların fosfor içerikleri molibdofosforik mavi renk yöntemine göre spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir (Olsen and Sommers 1982).

### **3.2.2.h. Toplam azot**

Toprak örneklerinin azot içeriği, Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Mc Gill and Figueiredo 1993).

### **3.2.2.i. Elektrik iletkenlik**

Toprakların elektriki iletkenlikleri hazırlanan saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon çözeltilerinde elektriki kondüktivite aleti ile mmhos/cm olarak belirlenmiştir (Demiralay 1993).

### **3.2.2.j. Toprak tekstürü**

Deneme toprağının kum, silt ve kil içerikleri, Bouyoucos Hidrometre yöntemiyle, tekstür sınıfı ise tekstür üçgeninde belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986).

### 3.2.2.k. Mikro element ve ağır metal analizleri

Toprakların ağır metal içerikleri DTPA (dietilentriamin pentaasetikasit) yöntemine göre ekstrakte edilen süzüklerde (Sağlam, 1994; Aydın ve Sezen, 1995) ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) direk olarak okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens 2005).

### 3.2.2.l. Azotlu mineral gübrelerin hazırlanması

Karadeniz bölgesi toprakları için fındıkta amonyum sülfat (%21), kalsiyum amonyum nitrat (%26), amonyum nitrat (%33) ve üre (%46) gübreleri kullanılmaktadır. Toprak asit reaksiyona sahip ise yani kireçleme yapıyor ise %21'lik amonyum sülfat gübresi kullanılmamalıdır. Genellikle Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçesi toprakları asit karakterli olup, %26'lık kalsiyum amonyum nitrat ve %46'lık üre gübrenin kullanılması tavsiye edilmektedir. Fındık birkisinde yapılan azotlu gübreleme denemeleri dekara %26 N içeren CAN: kalsiyum amonyum nitrat ( $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) gübresinden 25 kg uygulanmasını öngörmektedirler (Sıray ve ark., 2012).

Deneme alanının 1 dekarında ortalama olarak 35 ocak fındık hesap edilmiş ve topraklarının analizi sonucu belirlenen P ve K miktarları dikkate alınarak, tesis gübresi olarak % 46  $\text{P}_2\text{O}_5$  içeren Triple Süper Fosfat ( $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ ) gübresinden 12 kg/da (160 g  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ocak) ve %50  $\text{K}_2\text{O}$  içeren potasyum sülfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) gübresinden 14 kg/da (200 g  $\text{K}_2\text{O}$ /ocak) hesabı ile gübreleme yapılmıştır.

Deneme alanında sadece azotlu uygulamalarda kullanılmak üzere sırası ile her bir ocağa  $\text{N}_0$ : 0.0,  $\text{N}_{2.5}$ : 2.5,  $\text{N}_{5.0}$ : 5.0,  $\text{N}_{7.5}$ : 7.5 ve  $\text{N}_{10}$ : 10 kg N  $\text{da}^{-1}$  dozlarında azot ihtiva edecek şekilde 0.0, 10.0, 20.0, 30.0, 40.0 kg amonyum sülfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ )  $\text{da}^{-1}$  (%21 Azot, N %24 Kükürt, S) gübresinden uygulama yapılmıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesinde yağışların fazla olması azotlu gübrenin yıkanarak kayba

uğramasına neden olur. Bu yüzden azotlu gübreler iki dönemde uygulanmıştır. Birinci uygulama; fındığın uyanmadan önceki dönemde yani Şubat ayı sonu ile Mart ayı başında belirlenen azotlu gübrenin yarısı verilmiştir. Gübrenin diğer yarısı ise Mayıs ayı sonu ile Haziran ayı başında uygulanmıştır. Uygulanan azotlu gübredeki azot kaybını en aza indirmek için gübrenin ilk yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı ise gelişme döneminde sulama suyuna katılarak verilmiştir (Günay, 1984; Karadeniz ve ark., 2008).

### **3.2.3. Biyolojik yöntemler**

#### **3.2.3.a. Aşılama materyallerinin hazırlanması**

Denemede aşılama materyali olarak, fındık ağaçlarının yetiştirildiği toprak örneklerinin Ashby besiyeri üzerinde 35°C’de inkübasyon sonucu üretilen (Brown et al., 1964; Haktanır 1986) ve Gram Boyama metodu ile (Haktanır, 1986) gram negatif olduğu tespit edilen 3 günlük saf, yüksek azot fikse etme yeteneğine sahip *Azotobacter sp.* bakteri kültürleri kullanılmıştır.

#### **3.2.3.b. Aşılamanın yapılması**

Bölge meteorolojik veriler ışığında Mayıs ayının sonuna doğru yağışların azaldığı dönemde deneme bölgesi topraklarından alınan örneklerde *Azotobacter sp* bakteri kültürleri elde etmek için Ashby besiyeri üzerine ekim yapılmıştır. Bakteriler 28 °C’de 48 saat inkübasyon sonrası 3 tekrarlamalı olarak yeni besi yerleri üzerine aktarılıp saflaştırılmış ve bu işlem sonrası saflaştırılan bakterilerin yine Ashby besiyeri üzerinde çoğaltılmaları sağlanmıştır. İnkübatörde 28 °C’de 48 saat gelişimi sağlanan saf kültür bakterileri steril spatul ile % 0.85 NaCl içeren steril fizyolojik tuzlu su (FTS) bulunan erlenmayerlere aktarılmış ve sulama suyu içerisine karıştırılarak fındık ocaklarına uygulanmıştır (Vincent, 1970; Ülgen, 1975; Kızıloğlu, 1995).

Aşılama işleminde Dilüsyon Metoduna göre (Gürgün and Halkman, 1988) her bir gr toprağa mililitresinde yaklaşık  $1.0 \times 10^8$  hücre bulunan bakteri kültür solüsyonları sulama

suyu ile birlikte toprağa verilmiştir. Aşılama materyallerinin bakteri sayılarının eşit sayıda olması için spektrofotometrede dalga boyuna ait absorbans ölçümü yapılmış, NB besiyerinde bakteri konsantrasyonlarının mililitresinde yaklaşık  $1.0 \times 10^8$  cfu ml<sup>-1</sup> bakteri olması için turbidimetrede absorbans değeri **A600, 0.6 NTU yoğunluk değerine gelinceye kadar 3-7 gün süreyle  $28 \pm 2$  ° C'de inkübe edilmiştir.** Bu değer üzerindeki bakteri solüsyonlarını  $10^8$  cfu ml<sup>-1</sup> bakteri sayısına eşitlemek için NB ile sulandırma yoluna gidilmiştir (Somasegaran and Hoben 1985; Saygılı 1995).

Aşılama işlemi yapılmadan önce toprak ve bitki örnekleri alınmış, gübreleme ve aşılama işleminden sonra 2014-2015 yılının hasat döneminde yeniden toprak örnekleri alınarak analiz yapılmıştır. Ayrıca her bir uygulamanın yapıldığı ocaqlardan fındıklar hasat edilmiş ve verim değerleri belirlenmiştir. Uygulamanın etkisi 2 yıl süresince (2014 ve 2015 yılı) takip edilerek değerler elde edilmiş ve farklılıklar gözlenmiştir.

### **3.2.3.c. Toprak Materyalindeki Bakteri ve Mantar Sayısının Tespiti:**

Toprak materyalindeki bakteri ve mantar sayımı dilüsyon metoduna göre yapılmıştır. Bakteri sayımı yapılacak  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  dilüsyon örnekleri hazırlandı. Bakteri sayımı yapılacak örnekler steril Nutrient Agar (NA) besiyerine, mantar sayımı yapılacak örnekler ise steril Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerine inoküle edildi. İnkübatörde 28°C'de 3-5 gün bekletildikten sonra besiyeri üzerinde gelişen bakteri ve mantarların petri kutularının arkasından koloni sayımı yapılarak topraktaki mevcut toplam bakteri ve fungus sayısı belirlenmiştir (Germida 1993; Kızıloğlu ve Bilen 1997).

### **3.2.3.d. Toprakların CO<sub>2</sub> miktarının tespiti**

Toprak verimliliğinin göstergesi olan toprak solunumunun ölçülmesi toprak örneğinden açığa çıkan CO<sub>2</sub> gazının NaOH içerisinde biriktirilmesi, NaHCO<sub>3</sub>'ün oluşturulması ve BaCl ilavesinden sonra BaCO<sub>3</sub>'ün çökmesi sonucu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> ile doymayan NaOH miktarının titrasyonla belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Elde edilen sonuç ekivalan

değer ve asidin normalitesi ile çarpılıp mg olarak toprağın C ve CO<sub>2</sub> miktarı belirlenmiştir (Anderson 1982).

### **Deneme Planı**

Deneme, tesadüf deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede azotlu mineral gübre olarak %21 Azot (N) %24 Kükürt (S) içeren amonyum sülfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) gübresinden sadece azotlu uygulamalarda kullanılmak üzere sırası ile her bir ocağa N<sub>0</sub>: 0.0, N<sub>2.5</sub>: 2.5, N<sub>5.0</sub>: 5.0, N<sub>7.5</sub>: 7.5 ve N<sub>10</sub>: 10 kg N da<sup>-1</sup> dozlarında azot ihtiva edecek şekilde uygulama ile birlikte organik gübre olarak *Azotobacter sp* bakterisi solüsyonları sulama suyu ile uygulanmıştır.

Bu durumda deneme planı;

1 adet Toprak x 6 farklı N Uygulaması x 3 Tekerrür= 18 fındık ağacı üzerinde yürütülmüştür.

### **İstatistiksel Analiz Yöntemleri**

Denemeden elde edilen analiz sonuçları, SPSS 17.0 istatistiksel paket programı kullanılarak fındık ağaçlarının verim unsurları üzerine ait varyans (ANOVA) analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenecektir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme alanının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya koymak amacı ile deneme alanını temsil edecek şekilde 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri üzerinde rutin toprak analizleri yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Değer	
pH (1:2.5)	5.88	
Organik madde (%)	1.71	
Kireç, CaCO <sub>3</sub> , (%)	0.12	
Toplam N (%)	0.085	
Elverişli P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg da)	6.42	
Değişebilir Katyonlar (me 100 g <sup>-1</sup> )	Ca <sup>+2</sup>	5.17
	Mg <sup>+2</sup>	5.14
	K <sup>+1</sup>	2.06
	Na <sup>+1</sup>	0.17
Mikro elementler, ppm	Fe <sup>+2</sup>	12.16
	Cu <sup>+2</sup>	3.00
	Zn <sup>+2</sup>	1.40
	Mn <sup>+2</sup>	8.81
K.D.K., me 100 g <sup>-1</sup>	19.80	
EC x 10 <sup>3</sup> mmhos/cm (dS m <sup>-1</sup> )	1.823	
Toplam Tuz, %	0.07	
Tane büyüklük dağılımı	Kum, %	53.83
	Silt, %	25.23
	Kil, %	20.94
Tekstür Sınıfı	KUMLU	
Total bakteri koloni sayısı, cfu ml <sup>-1</sup>	4.5x10 <sup>7</sup>	
Total mantar spor sayısı, cfu ml <sup>-1</sup>	4.2x10 <sup>5</sup>	
Toprak CO <sub>2</sub> miktarı, mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>	20.90	
Üreaz Aktivitesi, µg NH <sub>4</sub> -N g <sup>-1</sup> toprak 2h <sup>-1</sup>	12.3	
Asit Fosfotaz Aktivitesi, µg pNPP g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup>	25.6	
Alkalin Fosfotaz Aktivitesi, µg pNPP g <sup>-1</sup> toprak h <sup>-1</sup>	54.4	

Çizelge 4.1 incelendiğinde deneme alanı kumlu bünyeli, kireç bakımından fakir ve asidik karakterdedir. Yarayışlı potasyum bakımından fakir olan deneme alanı organik madde ve yarayışlı fosfor bakımından yeterli durumdadır (Ülgen ve Yurtsever 1995). Tuzluluk probleminin olmadığı deneme alanı, demir, çinko, mangan ve bakır gibi mikro elementler bakımından yeterli durumdadır.

#### 4.2. Fındık Verimi

Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve BA: (*Azotobacter* sp.) ile aşılamanın fındık ağaçlarının verimi üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 5.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık ocaklarının verimi üzerine etkisi.

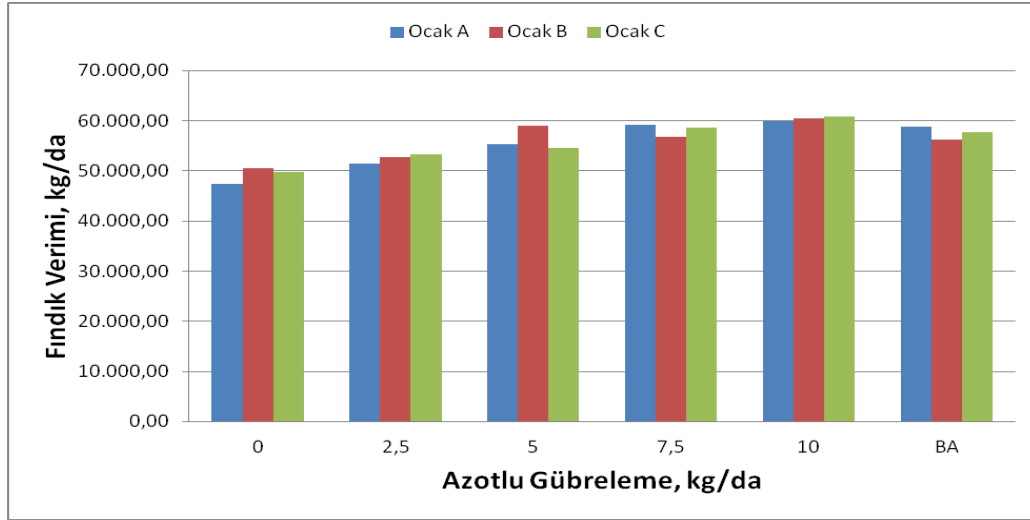
Azot Dozları, kg/da	Fındık Verimi, kg/ocak			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
<b>0.0</b>	1.354,20	1.441,50	1.420,80	<b>1.405,50 D</b>
<b>2.5</b>	1.470,50	1.504,60	1.524,60	<b>1.499,90 C</b>
<b>5.0</b>	1.581,40	1.687,20	1.560,70	<b>1.609,77 B</b>
<b>7.5</b>	1.689,10	1.623,50	1.672,70	<b>1.661,77AB</b>
<b>10.0</b>	1.712,40	1.728,60	1.738,90	<b>1.726,63 A</b>
<b>BA</b>	1.679,70	1.608,80	1.650,70	<b>1.646,40AB</b>
<b>Ort.</b>	<b>1.581,22</b>	<b>1.599,03</b>	<b>1.594,73</b>	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.2.'ye göre azotlu gübre uygulaması ( $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  kimyasal azotlu gübre dozları ve BA uygulamasının fındık ocaklarının verimi üzerine etkileri  $p < 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur.

Azot dozlarının fındık ocaklarının ortalama verimleri üzerine etkilerini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında  $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  dozlarının artışı ile ocakların fındık verim değerleri artış göstermiştir. En yüksek ocak başına fındık verimi  $N_{10.05}$  azot dozu uygulamasından elde edilmiştir. *Azotobacter* spp. ile aşılama sonucu elde edilen ortalama verim miktarı ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık bitkisinde  $N_{7.5}$  azot gübrelemesine eşdeğer miktarda verim sağlamıştır (Çizelge 4.2).





**Şekil 4.2.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık dane verimi üzerine etkisi.

Azotlu gübreleme uygulaması ve bakteri aşılması fındık bitkisinin dekara verim miktarı üzerine etkili olmuştur. Fındık bitkisinin en yüksek verimi 10 kg N/da uygulamasından ( $60.43 \text{ kg fındık da}^{-1}$ ) elde edilmiştir. *Azotobacter* uygulaması ise ( $57.62 \text{ kg fındık da}^{-1}$ )  $N_{7.5} \text{ kg da}^{-1}$  kimyasal gübre uygulamasına eşdeğer oranda verim sağlamıştır (Şekil 4.2).

Carlone (1968) tarafından yapılan çalışmada fındığın N ve K gereksiniminin yüksek, P gereksiniminin ise oransal olarak düşük olduğunu ve gübrelemede N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  oranının 1: 0.5:1.0 olması gerektiğini belirtmektedir.

Ayrıca fındık bitkisinde 50 kg N/ha dozunun optimum azot gübre dozu olduğu ve 100 kg /ha dozunun fındıktan daha iyi verim ve kalite alabilmek için yüksek bir doz olabileceğini belirtilmiştir (Tous ve ark., 2005).

Sıray ve ark., (2012), tarafından bildirildiğine göre fındık bitkisi için Şubat-Mayıs dönemlerinde 55 kg/da kalsiyum amonyum nitrat (CAN) (% 26 N) gübresinin, Kasım-Şubat aylarında 35 kg/da Triple süper fosfat (TSP) (% 46  $P_2O_5$ ) gübresinin ve Mart-

Nisan aylarında ise 25.0 kg/da Amonyum Sülfat (AS) (% 21.0 N) gübresi uygulamasının verimde büyük oranda artış sağlayacağını ifade etmektedir.

Araştırma sonuçlarında elde edilen bulgular da azotlu gübre miktarının artışına bağlı olarak verimin artış gösterdiğini ortaya koymuş, bulunan değerler yapılan çalışmalarla benzerlik oluşturmuştur.

### 4.3. Bakteri Popülasyonu

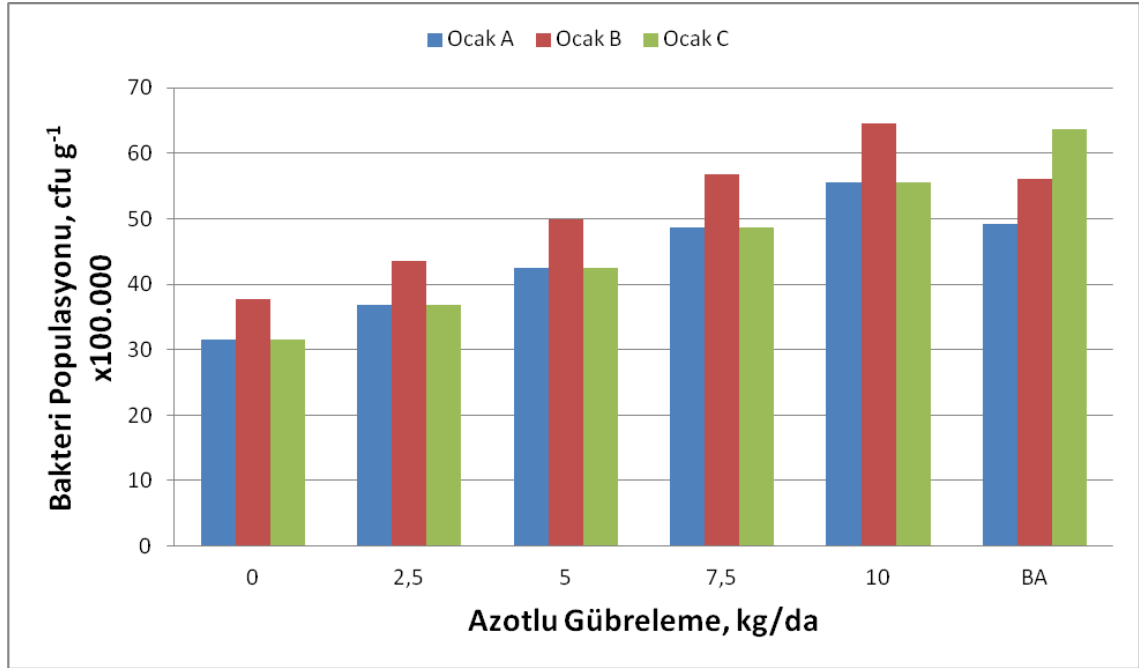
Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve *Azotobacter* sp. ile aşılamanın fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkisi.

Azot Dozları, kg/da	Bakteri popülasyonu, (x100.000), cfu g <sup>-1</sup> toprak			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
<b>0.0</b>	31.62	37.77	31.62	<b>33.67 C</b>
<b>2.5</b>	36.79	43.55	36.79	<b>39.04BC</b>
<b>5.0</b>	42.46	49.9	42.46	<b>44.94 B</b>
<b>7.5</b>	48.71	56.89	48.71	<b>51.44AB</b>
<b>10.0</b>	55.58	64.58	55.58	<b>58.58 A</b>
<b>BA</b>	49.19	56.11	63.72	<b>56.34 A</b>
<b>Ort.</b>	<b>44.06</b>	<b>51.47</b>	<b>46.48</b>	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.3.'e göre azotlu gübre uygulaması (N<sub>0</sub>, N<sub>2.5</sub>, N<sub>5.0</sub>, N<sub>7.5</sub> ve N<sub>10</sub> kimyasal azotlu gübre dozları ve BA uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkileri p<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.



**Şekil 5.2.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkisi.

Azot dozlarının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine etkilerini belirlemek için Duncun çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında  $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  dozlarının fındık yetiştirilen toprakların bakteri popülasyonu üzerine önemli bir fark oluşturduğu ve  $N_{10}$  azot dozunda en yüksek bakteri popülasyonu gözlenmiştir. *Azotobacter* spp. ile aşılama sonucu elde edilen ortalama bakteri popülasyonu ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık topraklarında  $N_{7.5}$  azot dozu uygulaması ile eşdeğer bakteri popülasyonu sağlamıştır (Çizelge 4.3).

*Azotobacter chroococcum* bakterisinin pH 7.2 değerine kadar olan topraklarda aktivite gösterirken (Çengel, 1993), asit bölge topraklarında daha yaygın bulunan *Azotobacter indicum* pH 6 civarlarında aktivite göstermektedirler (Paul ve Clark, 1989). Deneme alanına uygulanan ve mevcut topraktan izole edilen *Azotobacter* spp türü içerisinde *Azotobacter indicum* cinsinin bulunuyor olması azot bakterilerinin topraktaki etkinliğini

artırmasına bağlı olarak bakteri popülasyonu ve verim üzerine pozitif etkiler oluşturmuştur.

Mikroorganizmalar için yararlı besin maddelerinin bitki tarafından salınması ile kök çevresinde mikroorganizmaların popülasyonunun yüksek olması arasında yakın bir ilişki mevcuttur (Croizat et al., 1982, Rupela et al., 1987). Bitkiler kendilerine özgü rizosfer mikroorganizmalarını içerirler ve beslenmelerine yardımcı olan mikroorganizmaları seçme özelliği ile bu mikroorganizmaları barındırırlar ve gelişmelerini teşvik ederler (Çolak, 1995). Deneme topraklarında bulunan bakteri ve mantar popülasyonunu sayısındaki artışın temelini oluşturdukları düşünülmektedir.

#### 4.4. Mantar Popülasyonu

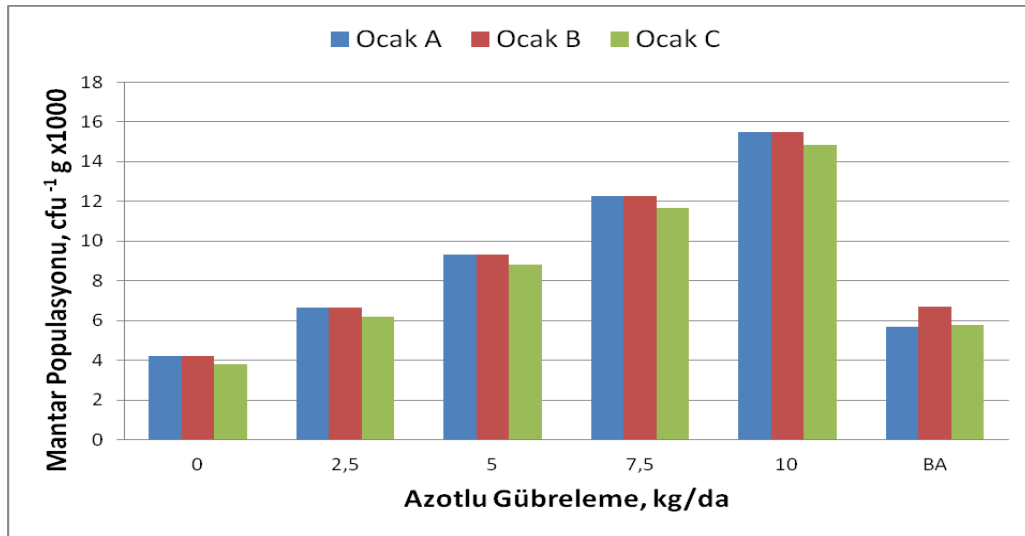
Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve *Azotobacter* sp. ile aşılamanın fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi.

Azot Dozları, kg/da	Bakteri popülasyonu, (x1.000), spor g <sup>-1</sup> toprak			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
0.0	4.24	4.24	3.8	4.09 D
2.5	6.67	6.67	6.18	6.51 C
5.0	9.33	9.33	8.8	9.15 B
7.5	12.27	12.27	11.68	12.07 A
10.0	15.49	15.49	14.85	15.28 A
BA	4.68	4.68	3.8	4.39 D
Ort.	8.78	8.78	8.19	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.4.'e göre azotlu gübre uygulaması ( $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  kimyasal azotlu gübre dozları ve BA: (*Azotobacter* spp. aşılması) uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkileri  $p < 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur. Mantar popülasyonu Azotlu Gübre Uygulaması x Su Kullanım Seviyesi interaksiyonu ise önemsiz bulunmuştur.



**Şekil 4.4.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi.

Azot dozlarının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkilerini belirlemek için Duncun çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında  $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  dozlarının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine önemli bir fark oluşturduğu ve  $N_{10}$  azot dozunda en yüksek mantar popülasyonu gözlenmiştir. Bakteri aşılama sonucu elde edilen ortalama mantar popülasyonu ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık yetiştirilen topraklarda  $N_{2.5}$  düzeyinde gübrelemeye eşdeğer mantar popülasyonu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

#### 4.5. Toprak Solunumu

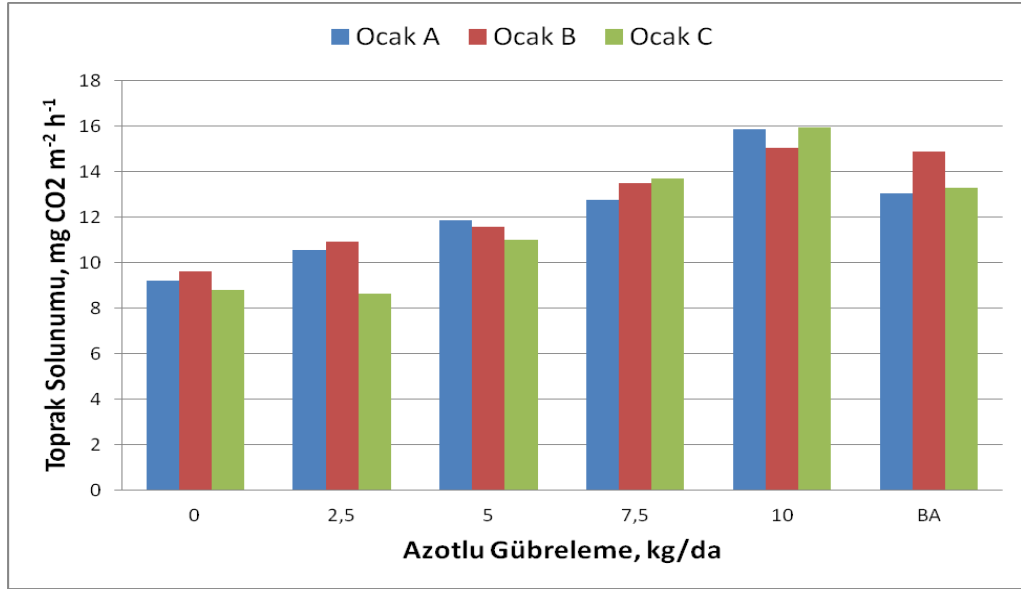
Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve *Azotobacter* sp. ile aşılamanın fındık yetiştirilen toprakların solunumu üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların solunumu üzerine etkileri.

Azot Dozları, kg/da	Toprak CO <sub>2</sub> Salınımı, mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup>			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
0.0	9.2	9.6	8.8	9.20 C
2.5	10.54	10.91	8.63	10.03 BC
5.0	11.87	11.57	11.0	11.48 B
7.5	12.76	13.47	13.7	13.31 AB
10.0	15.87	15.05	15.95	15.62 A
BA	13.05	14.89	13.28	13.74 AB
Ort.	12.22	12.58	11.89	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.5.'e göre azotlu gübre uygulaması (N<sub>0</sub>, N<sub>2.5</sub>, N<sub>5.0</sub>, N<sub>7.5</sub> ve N<sub>10</sub> kimyasal azotlu gübre dozları ve BA (*Azotobacter* spp. aşılması) uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların solunumu üzerine etkileri p<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.



**Şekil 4.5.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların mantar popülasyonu üzerine etkisi.

Yapılan Duncun çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında N<sub>0</sub>, N<sub>2.5</sub>, N<sub>5.0</sub>, N<sub>7.5</sub> ve N<sub>10</sub> dozlarının fındık yetiştirilen toprakların solunumu üzerine önemli bir fark oluşturduğu ve N<sub>5.0</sub> azot dozunda en yüksek toprak solunumu gözlenmiştir. *Azotobacter* spp. ile aşılama sonucu elde edilen toprak solunumu ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık topraklarında N<sub>7.5</sub> azotlu gübrelemeye eşdeğer toprak CO<sub>2</sub> salınımı tespit edilmiştir (Çizelge 4.5., Şekil 4.5).

Deneme topraklarında azot uygulamasına bağlı olarak topraklardan CO<sub>2</sub> salınımının artış gösterdiği gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda da iyi havalandırılan topraklarda nitrifikasyon bakterileri, azot fiske eden bakteriler, kükürt bakterileri, mantarlar, aktinomisetler ve diğer organik maddeyi oksitleyen mikroorganizmalar çoğalma göstermektedirler. Mikrobiyal popülasyon toprağın yüzey tabakalarında en fazla olup, profil derinliğine bağlı olarak azalma göstermektedir. Mikroorganizmalar genellikle bitki kök bölgesini tercih ederler. Kök bölgesinde mikroorganizma yoğunluğuna bağlı olarak CO<sub>2</sub> miktarı da yüksek değer gösterdiği (Çolak, 1995; Kızıloğlu, 1995) ifade edilmektedir.

#### 4.6. Üreaz Enzim Aktivitesi

Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve *Azotobacter* sp. ile aşılamanın fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

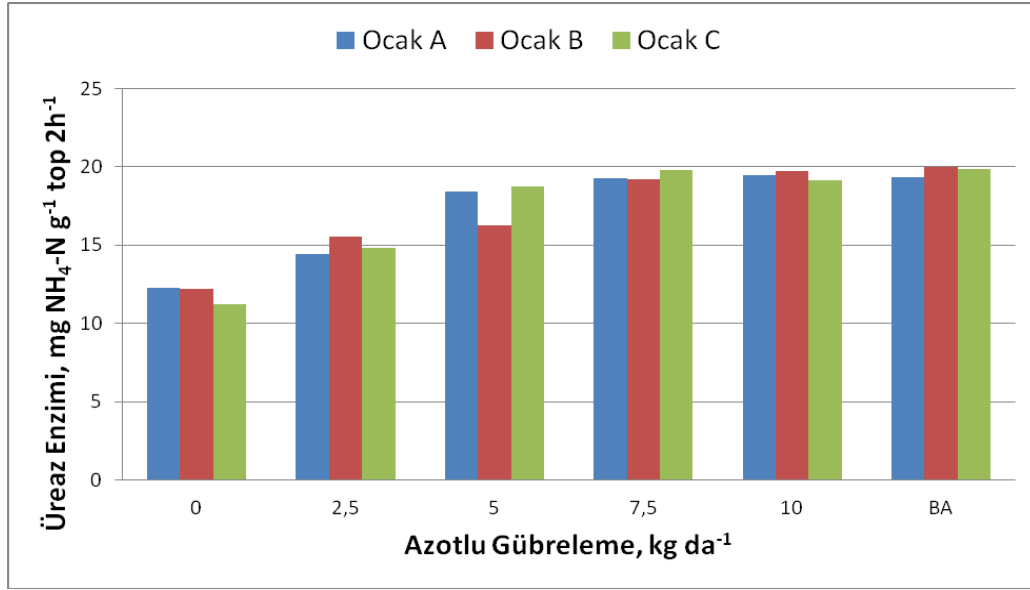
**Çizelge 4.6.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri.

Azot Dozları, kg/da	Üreaz Enzim Aktivitesi, $\mu\text{g NH}_4\text{-N g}^{-1}$ toprak $2\text{h}^{-1}$			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
<b>0.0</b>	12.25	12.2	11.2	<b>11.88 C</b>
<b>2.5</b>	14.42	15.56	14.85	<b>14.94 B</b>
<b>5.0</b>	18.45	16.24	18.74	<b>17.81 B</b>
<b>7.5</b>	19.25	19.2	19.81	<b>19.42 A</b>
<b>10.0</b>	19.49	19.75	19.15	<b>19.46 A</b>
<b>BA</b>	19.34	19.99	19.87	<b>19.73 A</b>
<b>Ort.</b>	<b>17.20</b>	<b>17.16</b>	<b>17.27</b>	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.6.'ya göre azotlu gübre uygulaması ( $\text{N}_0$ ,  $\text{N}_{2.5}$ ,  $\text{N}_{5.0}$ ,  $\text{N}_{7.5}$  ve  $\text{N}_{10}$  kimyasal azotlu gübre dozları ve BA: (*Azotobacter* spp.) uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri  $p < 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur.





**Şekil 4.6.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri.

Azot dozlarının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine etkilerini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında N<sub>0</sub>, N<sub>2.5</sub>, N<sub>5.0</sub>, N<sub>7.5</sub> ve N<sub>10</sub> dozlarının fındık yetiştirilen toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi üzerine önemli bir fark oluşturduğu ve N<sub>5.0</sub> azot dozunda en yüksek toprak Üreaz Enzim Aktivitesi gözlenmiştir. *Azotobacter* spp. ile aşılama sonucu elde edilen ortalama toprak Üreaz Enzim Aktivitesi ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık topraklarında N<sub>2.5</sub> azotlu gübrelemeye eşdeğer toprak Üreaz Enzim Aktivitesi sağlamıştır (Çizelge 4.6).

#### 4.7. Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi

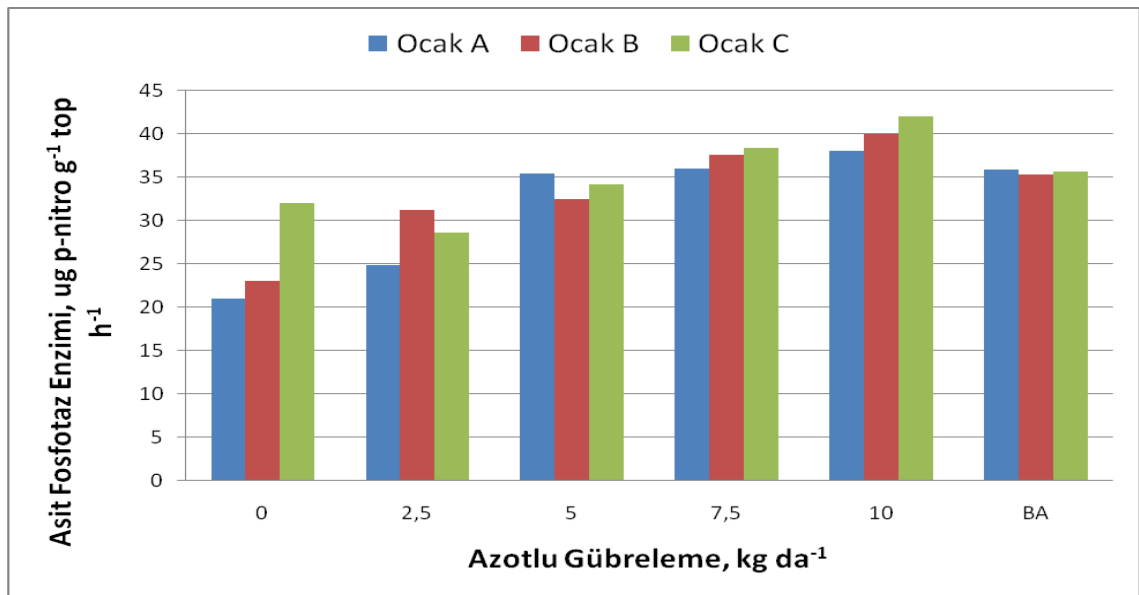
Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve *Azotobacter* sp. ile aşılamanın fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 4.7.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkisi.

Azot Dozları,	Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi, $\mu\text{g pNPP g}^{-1}$ toprak $\text{h}^{-1}$			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
<b>0.0</b>	21.0	23.0	32.0	<b>25.33</b>
<b>2.5</b>	24.8	31.2	28.6	<b>28.20</b>
<b>5.0</b>	35.4	32.4	34.2	<b>34.00</b>
<b>7.5</b>	36.0	37.5	38.4	<b>37.30</b>
<b>10.0</b>	38.0	39.9	42.0	<b>39.97</b>
<b>BA</b>	35.9	35.3	35.6	<b>35.60</b>
<b>Ort.</b>	<b>31.85</b>	<b>33.22</b>	<b>35.13</b>	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.7.'ye göre azotlu gübre uygulaması ( $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  kimyasal azotlu gübre dozları ve *Azotobacter* spp. aşılması uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri  $p < 0.01$  seviyesinde önemli bulunmuştur.



**Şekil 4.7.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri.

Azot dozlarının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkilerini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında  $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  dozlarının fındık yetiştirilen toprakların Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine önemli bir fark oluşturduğu ve  $N_{5.0}$  azot dozunda en yüksek toprak Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi gözlenmiştir. *Azotobacter* spp. ile aşılama sonucu elde edilen ortalama toprak Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık topraklarında  $N_{5.0}$  azotlu gübrelemeye eşdeğer düzeyinde Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi sağlamıştır (Çizelge 4.7).

#### 4.8. Alkalin Fosfotaz Enzim Aktivitesi

Farklı dozlarda azotlu mineral gübreleme uygulamasının ve *Azotobacter* sp. ile aşılamanın fındık yetiştirilen toprakların Alkalin Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları. Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

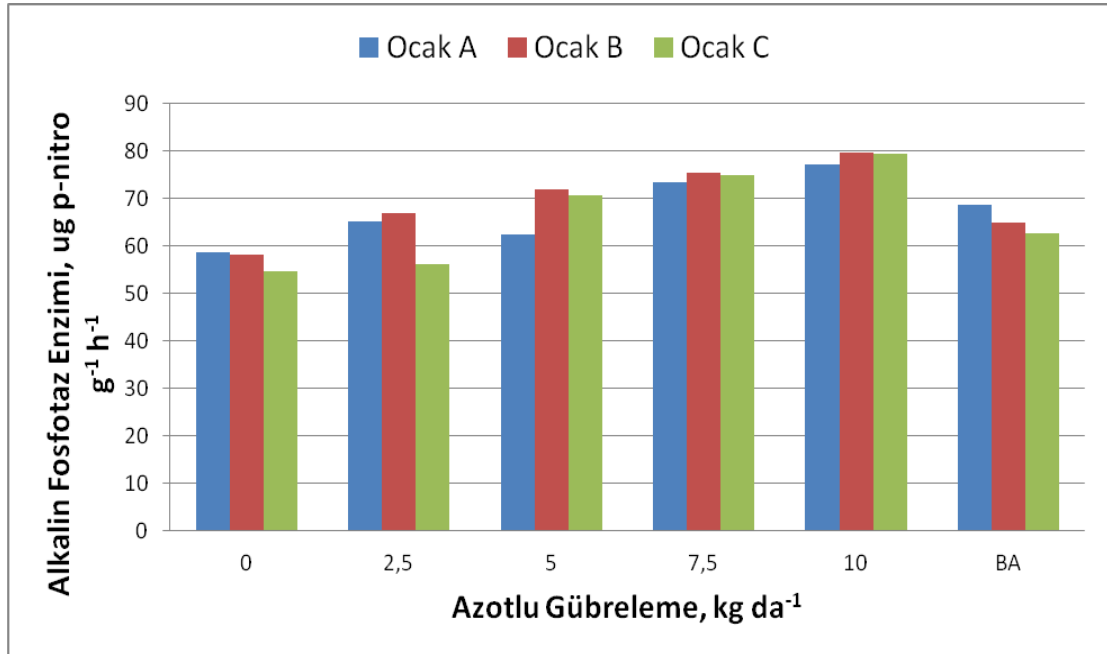
**Çizelge 4.8.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Alkalin Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkisi.

Azot Dozları, kg/da	Alkali Fosfotaz Enzim Aktivitesi, $\mu\text{g pNPP g}^{-1} \text{soil h}^{-1}$			
	Ocak A	Ocak B	Ocak C	Ortalama
<b>0.0</b>	58.7	58.1	54.6	<b>57.13 B</b>
<b>2.5</b>	65.24	66.8	56.2	<b>62.75 AB</b>
<b>5.0</b>	62.3	71.9	70.5	<b>68.23 AB</b>
<b>7.5</b>	73.4	75.35	74.92	<b>74.56 A</b>
<b>10.0</b>	77.02	79.5	79.25	<b>78.59 A</b>
<b>BA</b>	68.6	64.95	62.5	<b>65.35 AB</b>
<b>Ort.</b>	<b>67.54</b>	<b>69.43</b>	<b>66.33</b>	

BA: Bakteri Aşılması

Çizelge 4.8.'e göre azotlu gübre uygulaması ( $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  kimyasal azotlu gübre dozları ve *Azotobacter* spp. aşılama uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların

alkalin fosfotaz enzim aktivitesi üzerine etkileri  $p < 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur.



**Şekil 4.8.** Farklı dozlarda azotlu mineral gübre ve bakteri uygulamasının fındık yetiştirilen toprakların Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkileri.

Azot dozlarının fındık yetiştirilen toprakların Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine etkilerini belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, azot dozu uygulamaları arasında  $N_0$ ,  $N_{2.5}$ ,  $N_{5.0}$ ,  $N_{7.5}$  ve  $N_{10}$  dozlarının fındık yetiştirilen toprakların Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi üzerine önemli bir fark oluşturduğu ve  $N_{5.0}$  azot dozunda ise en yüksek toprak Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi gözlemlenmiştir. *Azotobacter* spp. ile aşılama sonucu elde edilen ortalama toprak Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi ile azotlu gübre uygulamaları arasında farklılık gözlenmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık topraklarında en düşük düzeyde Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi sağlamıştır (Çizelge 4.8.).

Toprakta bulunan mikroorganizmalar enzim faaliyetlerini de etkileyerek besin elementlerinin verimliliğinde önemli rol oynarlar. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile enzim aktiviteleri arasında bir ilişki bulunmaktadır, bilhassa toprağın biyolojik aktivitesi tayininde yükseltgen ve hidrolitik enzimlerin aktiviteleri büyük öneme sahiptir (Ünal ve Rasheed, 1972).

Topraklarda mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkan proteaz, üreaz, ksilanaz, alkali fosfotaz gibi enzim aktivitesi de değişiklik göstermektedir. Toprakların agregat stabilitesi ile dehidrogenaz, proteaz, azot mineralizasyonu, üreaz aktivitesi, alkali fosfotaz ve ksilanaz aktivitesi arasında önemli düzeyde pozitif ilişkiler bulunmuştur (Kandeler ve Murer, 1993). Yapılan bu çalışma sonuçları da topraklarda azotlu gübrelenmeye bağlı olarak toprak enzim aktivitesinin artış gösterdiğini ortaya koymuş olup, elde edilen sonuçlar yapılan çalışmalarla benzerlik oluşturmaktadır.

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonuçlarına göre;

Kimyasal azotlu gübre uygulamasının ve BA uygulamasının fındık ocaklarının verimi, bakteri popülasyonu, mantar popülasyonu, toprak CO<sub>2</sub> solunumu, üreaz ve asit fosfotaz enzim aktiviteleri üzerine etkileri p<0.01 seviyesinde, alkali fosfotaz enzim aktivitesi üzerine etkileri p<0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

En yüksek ocak başına fındık verimi N<sub>10,05</sub> azot dozu uygulamasından elde edilmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık bitkisinde N<sub>7,5</sub> azot gübrelemesine eşdeğer miktarda verim sağlamıştır.

Deneme topraklarında N<sub>10</sub> azot dozunda en yüksek bakteri popülasyonu gözlenmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık topraklarında N<sub>7,5</sub> azot dozu uygulaması ile eşdeğer bakteri popülasyonu sağlamıştır.

Deneme topraklarında N<sub>10</sub> azot dozunda en yüksek mantar popülasyonu gözlenmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık topraklarında N<sub>2,5</sub> azot dozu uygulaması ile eşdeğer bakteri popülasyonu sağlamıştır.

Deneme topraklarında N<sub>10</sub> azot dozunda en yüksek CO<sub>2</sub> solunumu gözlenmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık topraklarında N<sub>7,5</sub> azot dozu uygulaması ile eşdeğer CO<sub>2</sub> solunum değeri göstermiştir.

N<sub>5,0</sub> azot dozunda en yüksek toprak Üreaz Enzim Aktivitesi gözlenmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık topraklarında N<sub>2,5</sub> azotlu gübrelemeye eşdeğer ÜEA sağlamıştır.

N<sub>5,0</sub> azot dozunda en yüksek toprak Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi gözlenmiştir. Bakteri aşısı uygulaması fındık topraklarında N<sub>5,0</sub> azotlu gübrelemeye eşdeğer düzeyinde Asit Fosfotaz Enzim Aktivitesi sağlamıştır.

N<sub>5.0</sub> azot dozunda ise en yüksek toprak Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi gözlemlenmiştir. Bakteri aşı uygulaması fındık topraklarında en düşük düzeyde Alkalın Fosfotaz Enzim Aktivitesi sağlamıştır.

### **Öneriler**

Denememin yapıldığı bölgede fındık yetiştiriciliği için öneriler şöyle özetlenebilir.

Mevcut çevre koşullarına adapte olmuş ve bulunduğu bölge topraklarından izole edilen PGPR bakterileri ile bitkilerin aşılmasının daha etkili olacağı,

Karadeniz Bölgesinde tarımsal faaliyetlerin sürdürülmesi ve fındık ocaklarından daha fazla verim alınması açısından bakteri aşılmasının kimyasal gübrelemeye alternatif olarak eşdeğer gübre kabul edilmesi ve kullanımının artırılması,

Bakteriyal gübrelemenin kimyasal gübrelemeye eşdeğer verim artışı sağlayabileceği,

Bakteriyal gübrelemenin yaygınlaştırılmasının ekonomik açıdan katkı sağlayacağı sonucunu ortaya koymuştur.

**KAYNAKLAR**

- Aksoy U., Altındışlı A., 1998. Ekolojik (Organik, Biyolojik Tarım). Ekolojik Tarım. Organizasyonu Derneği (ETO) Yayınları, 125s, Bornova, İzmir.
- Amer, G.A., Utkheda, R.S., 2000. Development of formulation of biological agents for management of root rot of lettuce and cucumber. *Can. J. Microbiol.* 46:809-816.
- Anderson, J.P.E., 1982. Soil Respiration. *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Chapter 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin USA. pp: 838-845.
- Anonim, 2006. Effects of Inoculation with PGPR on Seedlings Growth of Different Tomato and Pepper Varieties in Axenic Conditions, Universidad S. Pablo CEU. Department De Biologia, Madrid.
- Anonim., 2007. Tarım Kütüphanesi. FINDIK YETİŞTİRİCİLİĞİ. [http://www.tarimkutuphanesi.com/FINDIK\\_YETISTIRICILIGI\\_00007.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/FINDIK_YETISTIRICILIGI_00007.html)
- Anonymous, 1985. *FAO Fertilizer Yearbook*.
- Anonymous, 2016. Preparation of McFarland Turbidity Standards. Antibiotic Resistance, Bacteriology. <https://microbeonline.com/preparation-mcfarland-turbidity-standards/>
- Antoun, H. and Prevost, D., 2006. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. In: Siddiqui, Z.A., Ed., *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, Springer, Dordrecht, 1-38. [http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4152-7\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_1)
- Aslantas, R., Cakmakci, R., Sahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Sci. Hortic.*, 111: 371-377.
- Aydın, A. ve Sezen, Y., 1995. *Toprak kimyası laboratuvar kitabı*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:174, Erzurum.
- Bloemberg, G.V., Lugtenberg, B.J.J., 2001. Molecular Basis of Plant Growth Promotion and Biocontrol by Rhizobacteria. *Current Opinion in Plant Biotechnology* 4, 343-350.
- Brown, M.E., Burlingham, S. K., Jackson, R. M., 1964. Studies on Azotobacter species in Soil III. Effect of Artificial Inoculation on Crop Yields. *Plant and Soil* XX (2):194-213.
- Carleone, R., 1968. Alcuni aspetti de tecnico colturale del nocciu olola concimazione atti del convegno nazionale di studi sul nocciuolo viterbo. 101/119-127.
- Crozat, Y., Marel, J.C.C., Girand, J.J., Obaton, M., 1982. Survival rates of *R. japonicum* populations introduced into different soils. *Soil. Biol. Biochem*, 14, 401-405.
- Çakmakçı, M.L., 1987. Biyolojik Azot tespiti ve ekolojik araştırma yöntemleri. TÜBİTAK Tarım Ormancılık Araştırma Grubu. Tarımsal Mikrobiyoloji Araştırma Grubu, Tarımsal Mikrobiyoloji Araştırma Enst. Yay. No:2, Ankara.
- Çakmakçı, R., 2006. Bitki Gelişme Promotörü Rizobakteri Kullanımındaki Son Gelişmeler :Organik Tarım Perspektif ve Uygulamaları. *Organik Tarım Kong.*, Yalova.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü.G., 2005. *Organik Tarım*. Atatürk Üniv. İspir Hamza Polat M.Y.O. Yayın No:2, 214s. Erzurum.
- Çengel, M., 1993. *Toprak Biyolojisi*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları Ders Notları. No: 5, İzmir.



- Çolak, A. K., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Ders Kitabı, No: 98. Adana.
- De Salamone, G.E.I., Hynes, R.K., Nelson, L.M., 2006. Role of the Cytokinins in Plant Growth Promotion by Rhizosphere Bacteria. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Siddiqui. S-173-195. Springer, The Netherlands.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:143, Erzurum.
- Dobereiner, J., 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. Soil Biol. Biochem. 29, 771-774.
- DOKA, 2018. Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı (DOKA). Gazipaşa Mahallesi Nemlioğlu Sokak Taksim Yokuşu No: 3 TRABZON. <http://www.doka.org.tr/TR/>
- Elsheikh, E.A.E., Elzidany, A.A., 1997. Effects of Rhizobium Inoculation, Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Physical Properties of Faba Bean Seeds. Plant Foods for Human Nutrition 51: 137-144.
- Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M., Şahin, F., 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloğlu), Aus. J. Agric. Res., 54: 377-380.
- Fuentes-Ramirez, L. and Caballero-Mellado, J., 2006. Bacterial biofertilizers. In PGPR: Biocontrol and Biofertilization ed. Siddiqui, Z.A. pp. 143–172 Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- Gee, G. W., Bauder, J. W., 1986. Methods of Soil Analysis Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA. p: 383-409.
- Genç, Ç., 1976. Giresun tımbul findık çeşidinde gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi üzerinde bir araştırma. Doktora tezi (basılmamış).
- Germida, J.J., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 27 Cultural Methods for Soil Microorganisms. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:263-275.
- Goh, T. B., Arnaud, R. J. St. ve Mermut, R., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 20 Carbonates. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:177-185.
- Greenwood D.J., Hunt J., 1985. Effect of Nitrogen Fertiliser on the Nitrate Contents of Field Vegetables Grown in Britain. J. Sci. Food Agric. 37, 373–383.
- Gunay, A., 1984. Szel Sebze Yetistirciligi Special Vegetable Production. Ankara University, Agricultural Faculty, Department of Horticulture, Ankara.
- Gürgün, V., Halkman, A.K., 1988. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No: 7, San Matbaası, Ankara.
- Haktanır, K., 1986. Toprak biyolojisi ders notu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak. Teksir No:132, Ankara.
- Handershot, W.H., Lalande, H., Duquette, M., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 16 Soil Reaction and Exchangeable Acidity. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Levis Publishers. USA, p:141-145.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., 1999. Soil Fertility and Fertilizers. 6th Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ. 499 p.

- Hecht-Buchholz, C., 1998. The Apoplast–Habitat of Endophytic Dinitrogen-Fixing Bacteria and Their Significance for the Nitrogen Nutrition of Non-Leguminous Plants. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 161:509-520.
- Kandeler, E., Murer, E., 1993. Aggregate stability and soil microbial processes in a soil with different cultivation. In: L. Brussard and M.J. Kooistra (eds). *Int. Workshop on Methods of Research on Soil Structure/Soil Biota Interrelationships.* *Geoderma*, 56, 503-513.
- Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C., Tarakçioğlu, C., 2008. Fındık Yetiştiriciliği. Tarım Bakanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi Yayın No: 1. Ordu.
- Kaşka, N., Güleriyüz, M., Kaplankıran, M., Kafkas, S., Ercişli, S., Esitken, A., Aslantaş, R., Akçay, E., 2005. Türkiye Meyveciliği Üretim Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi. Cilt.1, S 519-549. Ankara.
- Kızıloğlu, F. T., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Ata. Üni. Zir. Fak. Yay. No:180, Erzurum.
- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., 1997. Toprak Mikrobiyolojisi Laboratuvar Uygulamaları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No:193, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Knudsen, D., Peterson, G.A., Pratt, P.F., 1982. Lithium, sodium and potassium. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, 225-245.
- Kumar V., Narula N., 1999. Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum*. *Biol. Fert. Soils*, 28, 301-305.
- Lanyon, L.E., Heald, W.R., 1982. Magnesium, calcium, strontium and barium. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Second Edition. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA, 247-260.
- Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., 2004. Application of Free Living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86: 1-25, Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands.
- McGill, W.B., Figueiredo, C.T., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Chapter 22 Total Nitrogen. Edited by Martin R. Carter. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. USA, p:201-211.
- Mertens, D., 2005. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Ngugi, H.K., Dedej, S., Delaplane, K.S., Savelle, A.T., Scherm, H., 2005. Effect of Flower-Applied Serenade Biofungicide (*Bacillus subtilis*) on Pollination-Related Variables in Rabbit-eye Blueberry. *Biological Control* 33 (2005) 32-38.
- Niranjiyan R.A.J., Shetty, S., Reddy, H.S., 2006. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Potential Green Alternative For Plant Productivity. *PGPR: Biocontrol and Biofertilization.* Edited by Zaki A. Siddiqui. P 197-216, Springer, The Netherlands.

- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. American Society of Agronomy. Soil Sci. Society of Amerika-Madison, Wisconsin, USA, 403-427.
- Özdemir, M., 2005. Fındık ve Yetiştiriciliği, Trabzon, 119 s.
- Öztürk, A., Çağlar, O., Şahin, F., 2003. Yield Response of Wheat and Barley to Inoculation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria at Various Levels of Nitrogen Fertilization. J. Plant Nutr. Soil Sci. 166, 262-266.
- Pandurangi, R.B., Wankhade, S.G., Kedar, G.S., 1992. Response of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to N and P grown under rainfed conditions, Crop Res 5: 54-58.
- Paul, E.A., Clark, F.E., 1989. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, CA. San Diego.
- Rhoades, J.D., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA. p: 149-157.
- Rodriguez, H., Fraga, R., 1999. Phosphate solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion. Biotechnology Advances, 17:319-339.
- Rupela, O.P., Teomsan, B., Mittal, S., Dart, P.J. and Thompson, J.A., 1987. Chickpea Rhizobium populations. Surveys of influence of season, soil dept ad cropping pattern. Soil Biol Biochem, 19 (3), 247-252.
- Sağlam, T., 1994. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üni. Tekirdağ Ziraat Fak. Yay., No:189.
- Saygılı, H., 1995. Fitobakteriyoloji. Ege Üni., Ziraat Fak., Bitki Koruma Bölümü, 203, Bornova-İZMİR.
- Sıddıqui, Z.A., 2006. Prospective Biocontrol Agents of Plant Pathogens. PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Edited by Zaki A. Sıddıqui. S 111-142. Springer, The Netherlands. Strain isolated from sunflower roots, Appl. Environ. Microbiol. 66: 3393-3398.
- Sıray, E., Duyar, Ö., Özdemir, F., Ertekin, F., 2012. Batı Karadeniz Bölgesinde Fındık Üreticiliğinde Eğitim ve Yayım Altyapı İhtiyacının Belirlenmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2), 9-18.
- Somasegaran, P., Hoben, H.J., 1985. Methods in legume-Rhizobium technology. University of Hawaii, Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, College of Tropical Agric. and Human Resource. Library of Congress, Number 87-106109, 1-2.
- Sturz, A.V., Nowak, J., 2000. Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing Associations with Crops. Applied Soil Ecology 15, 183-190.
- Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N. Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., 2000. Effect of foliar application of *Azotobacter*; *Azospirillum* and *Beijerinckia* on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). J. Agric. Sci., 134: 227-234.
- Şahin, F., Cakmakci, R., Kantar, F., 2004. Sugar Beet and Barley Yields in Relation to Inoculation with N<sub>2</sub>-Fixing and Phosphate Solubilizing Bacteria. Plant and Soil 265:123-129.
- Tabatabai, M.A., 1982. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Chapter 43 Soil Enzymes. Second Edition. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America-Madison, Wisconsin, USA. p: 903-947.

- Tiessen, H., Moir, J.O., 1993. Total organic carbon. Chapter 21. Soil Sampling and Methods of Analysis. Edited by: Martin R. Carter. Canadian Soc. of Soil Science. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida, 187-199.
- Tous, J., Romero, A., Dias, I., Uceda, M., Beltran, G., Jiménez, A., 2005. Capitulo 14 : Composicion del aceite. In : Variedades de Olivo en Espana, 357-372, Coedicion : Junta de Andalucia, Ministerio de Agricultura y Ediciones Mundi-Prensa.
- TÜİK., 2013. Seçilmiş Göstergelerle Trabzon. Türkiye İstatistik Kurumu. ISBN 978-975-19-6195-2. Yüce-tepe Mah. Necatibey Cad. No: 114 06100 Çankaya-ANKARA / TÜRKİYE.
- Ülgen, H., 1975. Baklagil bitkilerinin nodül bakterileri ile aşılınması. T.C Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Gen. Müd., Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü. Genel Yay. No: 56. Teknik Yay. No: 40. Ankara.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Ünal, H., Rasheed, M.A., 1972. Ankara Topraklarında Enzim Aktiviteleri ve Bunların Önemli Toprak Özellikleri ile İlişkileri. I. Üreaz, Sakkaraz ve Glikozidaz Aktiviteleri. Ankara Ü.Ziraat Fak. Yıllığı 21. Fasikül 3-4. 592-606.
- Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil 255, 571-586.
- Vincent, J.M., 1970. A manual for practical study of root nodule bacteria. International Biological Programme 7. Marylebone Road, London, NW1.

## ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra, 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. Aynı bölümden 2011 yılında mezun oldu. 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Besleme ve Toprak Ana Bilim Dalı'nda 1 yıllık İngilizce dil hazırlık eğitiminden sonra yüksek lisans eğitimine başladı. 2014 yılında askerilik görevini yaptı. 2015 yılında Trabzon Büyükşehir Belediyesi, Park ve Bahçeler Dairesi Başkanlığında Toprak Analiz Laboratuvarında göreve başladı.