

**TOPRAKTAN İZOLE EDİLEN AZOT FİKSE EDEN BAKTERİLER İLE AŞILAMANIN ve
KİMYASAL GÜBRE UYGULAMASININ TOPRAKLARIN BİYOLOİK ÖZELLİKLERİ ve
LAHANA BİTKİSİNİN VERİM DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aycan GÜNGÖR

Doktora Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Prof. Dr. Serdar BİLEN

2025

Her Hakkı Saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TOPRAKTAN İZOLE EDİLEN AZOT FİKSE EDEN BAKTERİLER
İLE AŞILAMANIN ve KİMYASAL GÜBRE UYGULAMASININ
TOPRAKLARIN BİYOLOİK ÖZELLİKLERİ ve LAHANA
BİTKİSİNİN VERİM DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Aycan GÜNGÖR

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2025**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**TOPRAKTAN İZOLE EDİLEN AZOT FİKSE EDEN BAKTERİLER
İLE AŞILAMANIN ve KİMYASAL GÜBRE UYGULAMASININ
TOPRAKLARIN BİYOLOİK ÖZELLİKLERİ ve LAHANA
BİTKİSİNİN VERİM DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Prof. Dr. Serdar BİLEN danışmanlığında, Aycan GÜNGÖR tarafından hazırlanan bu çalışma /..... / 2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak..... ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr.

İmza :

Üye : Prof. Dr

İmza :

Üye : Prof. Dr.

İmza :

Üye : Doç. Dr.

İmza :

Üye : Doç. Dr.

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu tarih ve nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
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

Doktora Tezi

TOPRAKTAN İZOLE EDİLEN AZOT FİKSE EDEN BAKTERİLER İLE AŞILAMANIN ve KİMYASAL GÜBRE UYGULAMASININ TOPRAKLARIN BİYOLOİK ÖZELLİKLERİ ve LAHANA BİTKİSİNİN VERİM DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Aycan GÜNGÖR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serdar BİLEN

Bu çalışmanın amacı, topraktan izole edilen azot bakterilerinin ve kimyasal kompoze gübre uygulamasının tarlada yetiştirilen lahana bitkisinin gelişimi ve verim unsurları üzerine etkilerini araştırmak, bitki gelişiminde etkili olan bakterileri belirlemektir.

Denemede Niğde iline adapte olmuş yerli hibrit Lahana (*Brassica oleracea* var. capitata) bitkisi olarak Yaz Gülü F1 ve Kaynarca lahana çeşidi tohumları kullanılmıştır. Çalışma Niğde ilinin Bahçeli kasabasındaki 3x3 m boyutlarındaki deneme parsellerinde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parsellerden alınan toprak örneklerinde N fiske eden bakterilerin izolasyonları ve saflaştırılmaları yapılmış, kültürlerin genomik DNA analizi sonrası N fikse etme kabiliyetleri belirlenmiş ve en yüksek derecede N fiksasyonu yapan 3 bakteri izolatu denemede kullanılmıştır. Azotlu gübre uygulaması yapılacak olan parsellere 10-10-10 kompoze gübre uygulanmıştır. Her bir parselde lahana fideleri arasında 30 cm, parseller arasında ise 70 cm boşluk bırakılmış, her bir parselde 5 adet lahana fidesi aktarılmıştır. Lahana bitkilerinin gelişimi takip edilmiş, kimyasal kompoze gübre uygulamasının ve bakteri aşılamalarının bitkilerin kuru madde, N, P, K, Ca, Mg ve Na içerikleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; lahana çeşitleri arasında gübre ve bakteri aşılama uygulamalarının ortalama kuru madde, N, P, K, Ca, Mg ve Na içerikleri arasında istatistiksel olarak farklar belirlenmiştir. Kaynarca lahanası Yaz Gülü lahanasına göre daha yüksek N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriği göstermiştir. Niğde yöresinde Yaz Gülü lahanasının yetiştirilmesinin ve Kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılamaının yapılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

2026, 67 sayfa

Anahtar Kelime: Yaz Gülü lahanası, Kaynarca lahanası, *Staphylococcus hominis*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter calcoaceticus*, lahana kuru madde içeriği

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECTS OF INOCULATION WITH NITROGEN FIXING BACTERIA ISOLATED FROM SOIL AND CHEMICAL FERTILIZER APPLICATION ON BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOILS AND YIELD VALUES OF CABBAGE PLANT

Aycan GÜNGÖR

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar BİLEN

The aim of this study was to investigate the effects of nitrogen-fixing bacteria isolated from the soil and chemical compound fertilizer application on the growth and yield components of field-grown cabbage plants, and to identify the bacteria that affect plant growth.

In the experiment, seeds of the native hybrid cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) varieties Yaz Gülü F1 and Kaynarca, adapted to Niğde province, were used. The study was conducted in 3x3 m experimental plots in Bahçeli town of Niğde province with 3 replications. Nitrogen-fixing bacteria were isolated and purified from soil samples taken from the plots. After genomic DNA analysis of the cultures, their Nitrogen fixation capabilities were determined, and the 3 bacterial isolates with the highest degree of Nitrogen fixation were used in the experiment. 10-10-10 compound fertilizer was applied to the plots where nitrogen fertilizer application was to be performed. In each plot, a spacing of 30 cm was left between cabbage seedlings, and 70 cm between plots. Five cabbage seedlings were transplanted to each plot.

The growth of the cabbage plants was monitored, and the effects of chemical compound fertilizer application and bacterial inoculations on the dry matter, N, P, K, Ca, Mg, and Na contents of the plants were determined.

According to the research results, statistically significant differences were found in the average dry matter, N, P, K, Ca, Mg, and Na contents among cabbage varieties with fertilizer and bacterial inoculation applications. Kaynarca cabbage showed higher N, P, K, Ca, Mg, and Na contents compared to Yaz Gülü cabbage. It was concluded that growing Yaz Gülü cabbage in the Niğde region and applying *S. maltophilia* AT157 bacterial inoculation as an alternative nitrogen fertilizer source to compound fertilizer (10-10-10) application would be more suitable.

2026, 67 pages

Keywords: Summer Rose cabbage, Kaynarca cabbage, *Staphylococcus hominis*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter calcoaceticus*, cabbage dry matter content.

TEŐEKKÖR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmanın her aőamasında yardım ve desteğini esirgemeyen değerli tez danıőmanım Sayın Prof. Dr. Serdar Bilen'e, tez izleme jürimde bulunan sayın Prof. Dr. Ertan Yıldırım ve Yrd. Doç. Dr. Adil Aydın'a,

Tez çalıőmamın laboratuvar analizlerinde yardımcı olan Doktora Öğr. Leyla Okyay KAYA'ta ve Yüksek Lisans Öğr. İsmail DENİZOğLU'na

Tez çalıőmamın her aőamasında maddi, manevi desteğinin yanı sıra göstermiş olduğu sabır ve anlayıőtan dolayı sevgili babam, annem ve kardeőlerime teşekkür ederim.

Aycan GÖNGÖR

Kasım, 2026

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	8
3.1. MATERYAL	8
3.1.1. Lahana Tohumları	8
3.1.2. Bakteri İzolatları.....	8
3.1.3. Azotlu Gübre.....	9
3.1.4. Parseller.....	9
3.2. YÖNTEMLER	9
3.2.1. Toprak Örneklerinin alındığı yer	9
3.2.2. Deneme Alanının Toprak, Bitki ve İklim Özellikleri	11
3.2.3. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	13
3.2.4. Toprak Analiz Yöntemleri	13
3.2.4.1. Toprak Reaksiyonu	13
3.2.4.2. Kireç Miktarı.....	13
3.2.4.3. Organik Madde.....	13
3.2.4.4. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)	14
3.2.4.5. Değişebilir Ca, Mg, Na ve K.....	14
3.2.4.6. Elverişli Fosfor.....	14
3.2.4.7. Toplam Azot.....	14
3.2.4.8. Elektrik İletkenlik.....	14
3.2.4.9. Toprak Tekstürü	15

3.2.4.10. Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn).....	15
3.2.5. Biyolojik Analiz Yöntemleri.....	15
3.2.5.1. Bakteri İzolasyonu	15
3.2.5.2. Besi Ortamı Hazırlığı	15
3.2.5.3. Saf Kültürlerinin Hazırlanması	16
3.2.5.4. Saf Kültürlerin Muhafazası	16
3.2.6. Aşılama Materyalinin Biyokimyasal Analizleri.....	16
3.2.6.1. Genomik DNA'nın İzolasyonu ve Saflaştırılması.....	16
3.2.6.2. 16S rDNA Geninin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile Çoğaltılması	17
3.2.6.3. 16S rDNA'nın Sekanslanması.....	17
3.2.7. Aşılama Materyalinin N Fikse Etme Kapasitelerinin Belirlenmesi.....	17
3.2.7.1. Siderofor Üretimi	17
3.2.7.2. ACC-Deaminaz Testi	18
3.2.7.3. Katalaz Testi.....	18
3.2.7.4. İndol Asetik Asit (IAA) Üretimi	18
3.2.8. Bitki Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi	18
3.2.9. Aşılamanın Yapılması.....	19
3.2.10. Bitkilerin hasadı	20
3.2.11. Bitki Analiz Yöntemleri.....	20
3.2.11.1. Bitki Kuru Madde Miktarı	20
3.2.11.2. Bitki Toplam Azot İçeriği	20
3.2.11.3. Bitki Fosfor İçeriği.....	21
3.2.11.4. Bitki Besin Element İçeriği (Makroelement).....	21
3.2.12. Deneme Aşamaları ve Planı	21
3.2.13. İstatistiksel analiz yöntemleri.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Araştırma Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	23
4.2. Aşılama Materyalinin Genomik DNA Analizi ve Biyokimyasal Özellikleri	24
4.3. Aşılama Materyalinin Azot Fikse Etme Kapasiteleri	25
4.4. Bakteri Aşılmasının Lahana Bitkisinin Besin Elementleri İçeriğine Etkileri	26
4.5. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Kuru Madde Üzerine Etkileri	29
4.6. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın N İçeriği Üzerine Etkileri	32

4.7. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın P İçeriği Üzerine Etkileri	34
4.8. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın K İçeriği Üzerine Etkileri	36
4.9. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Ca İçeriği Üzerine Etkileri	39
4.10. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Mg İçeriği Üzerine Etkileri.....	41
4.11. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Na İçeriği Üzerine Etkileri.....	43
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇAR ve ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	55

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

da	Dekar
gr	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
mg	Miligram
μg	Mikrogram
me	Mili ekivalan
ppm	Milyonda kısım
SD	Serbestlik derecesi
%	Yüzde
dS m^{-1}	Desi siemens/metre
N	Azot
K	Potasyum
P	Fosfor
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemenin kurulduğu ve toprak örneklerinin alındığı bölge.....	10
Şekil 4.1. Kaynarca lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.....	27
Şekil 4.2. Yazgülü lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.....	28
Şekil 4.3. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin kuru madde miktarı üzerine etkileri.	30
Şekil 4.4. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin N içerikleri üzerine etkileri.	32
Şekil 4.5. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin P içerikleri üzerine etkileri.	35
Şekil 4.6. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin K içerikleri üzerine etkileri.	37
Şekil 4.7. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin Ca içeriği üzerine etkileri.	39
Şekil 4.8. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin Mg içeriği üzerine etkileri.	42
Şekil 4.9. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin Na içeriği üzerine etkileri.	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Niğde ili iklim verileri (MGM, 2025).....	12
Çizelge 4.1. Deneme topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları	23
Çizelge 4.2. Denemede kullanılan bakterilerin DNA analizi, N fikse edebilme, P ve K çözebilme yetenekleri, NH_4^+ ve NO_3^- üretimi.....	24
Çizelge 4.3. Denemede kullanılan bakterilerin siderofor, IAA, ACC-d ve Katalaz enzim üretimi.	24
Çizelge 4.4. Sıvı Ashby N-free besi ortamında gelişen bakterilerin NH_4^+ (mg/L) Fikse Etme Kapasiteleri	25
Çizelge 4.5. Kaynarca lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.6. Yaz Güllü F1 lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.	28
Çizelge 4.7. Lahanası bitkilerinin ortalama kuru madde miktarları ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	31
Çizelge 4.8. Lahanası bitkilerinin ortalama N içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.	33
Çizelge 4.9. Lahanası bitkilerinin ortalama P içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.	36
Çizelge 4.10. Lahanası bitkilerinin ortalama K içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.	38
Çizelge 4.11. Lahanası bitkilerinin ortalama Ca içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.	40
Çizelge 4.12. Lahanası bitkilerinin ortalama Mg içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.	43
Çizelge 4.13. Lahanası bitkilerinin ortalama Na içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.	45

1. GİRİŞ

Topraklardaki besin element eksikliği toprak-bitki-hayvan sisteminde ciddi dengesizliklere sebep olabilmektedir. Son yıllarda tarım topraklarının üretim kapasitesini artırmak ve verimlilik seviyesini yükseltmek için bitkilerin yetişme ortamına kimyasal, organik ve mikrobiyal içerikli gübrelerin ilaveleri üzerine çok çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Kimyasal içerikli gübrelerin yoğun olarak kullanımı sonucu toprak kirlenmesi, bitkide fazla miktarda besin elementi birikimi ve bu besin elementlerinin toksik özellik göstermesi, yetiştirilen ürünlerin insan sağlığını tehdit etmesi gibi sorunları ortaya çıkarmıştır. Bu olumsuz durumları minimum seviyeye indirebilmek için organik gübreler ve özellikle mikroorganizma içerikli gübreler son yıllarda kimyasal gübrelemeye alternatif gübre olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mikrobiyal gübrelemede etkin rol oynayan bakterilerin topraklara ilavesi sonucu verim artışı sağlandığı çeşitli çalışmalar ile ortaya konmuştur. Mikrobiyal gübreleme toprak tipine, bitki türüne ve ortam şartlarına bağlı olarak farklı seviyede etkinlik göstermektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar, uygun toprak ve uygun bitki türü için etkili olan mikroorganizma veya mikroorganizma grubunun belirlenmesi konusuna yoğunlaşmışlardır.

Bu çalışmanın amacı, topraktan izole edilen bakterilerin laboratuvar ortamında N fiske etmek kabiliyetleri belirlemek, etkili fiksasyon kapasitesine sahip olan bakterilerin tür teşhisini yapmak, tarla ortamında yetiştirilen lahana bitkisinin gelişimi üzerine etkileri araştırmak ve bitki gelişiminde etkili olan bakteri ve bakteri grubunu belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sentetik kimyasal girdi olarak son yıllarda konvansiyonel tarımda yaygın olarak kullanılan kimyasal gübreler toprak ve çevrede kirlilik oluşturmakta, doğal dengeyi bozmakta, bitkilerde toksik seviyede birikmekte, verim ve kaliteyi düşürmekte ve besin zinciri ile tüm canlı hayatını olumsuz tehdit etmektedirler. Bu olumsuzlukları minimum seviyeye indirmek, doğal dengeyi bozmadan sağlıklı besin elde etmek, birim alanda verim ve özellikle kaliteyi yükseltmek için organik gübrelerin kullanımının yaygınlaşması sağlanmalıdır.

Organik gübreler; bitkilere besin elementleri sağlamaları yanında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzelterek bitkilerin gelişmelerine katkıda bulunurlar. Bu gruba giren gübrelere toprak özelliklerini düzeltici gübreler de denilmektedir. Organik gübreler arasında ahır gübresi, yeşil gübreler, kent atığı gübreler, kompostlar, kombina artıkları, guanolar, ticari organik gübreler, mikroorganizma içerikli gübreler vb sayılabilir (Taban ve Turan, 2012).

Tarım faaliyetlerinde bitkilerin besin elementlerden yararlanabilmeleri için toprağa verilen kimyasal gübrelemenin yerini mikroorganizma içerikli mikrobiyal gübreler almaya başlamıştır. Mikrobiyal gübre, toprakta hali hazırda bulunan ve bitkiler için faydalı olan bakteri, alg ve mantarların çoğaltılarak gübrelemede kullanılabilir hale getirilmesiyle elde edilmektedir (Bilen, 2014; Baran ve Köse, 2023).

Mikrobiyal gübrelemede kullanılan bazı mikroorganizmaların toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirdiği (Shirani et al., 2002; Barker ve Bryson, 2006), bitki gelişimini ve ürün verim ve kalitesini artırdıklarını (Hadas et al., 2004; Ghorbani et al., 2008; Küçük ve Güler, 2009) ortaya koyan çalışmalar mevcuttur.

Özellikle yapılan birçok çalışmada bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin (PGPB) bitki gelişim hormonlarının üretimini artırarak bitkinin gelişimine ve verimine,

patojenlere karşı dayanıklılığa karşı olumlu etkiler sağladıkları belirlenmiştir (Antoun and Prevost, 2005; Li et al., 2016; Vukicevich et al., 2016).

Mikrobiyal gübre olarak kullanılan toprak mikroorganizmalarının etkinlikleri toprak tipine, bitki türüne ve ortam şartlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle, mikrobiyal gübrelemede kullanılacak olan bakterilerin morfolojik özelliklerinin, aktif olabileceği toprak çeşidinin, bakteri gelişimini ve aktivitesini etkileyen optimum çevre şartlarının, bakterilerin besin elementlerini fiske etme ve bitkiye besin elenti sağlama kapasitelerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar, bakteri türleri, toprak tipi ve bitki türü etkileşimi arasında yüksek derecede etkili olan mikroorganizma veya mikroorganizma grubunun belirlenmesine yönelik önemli bilgiler sağlamıştır.

Yararlı mikroorganizmalar genellikle *Bacillus spp.*, *Azotobacter spp.*, *Trichoderma spp.*, *Rhizobium spp.*, *Azospirillum spp.* ve *Saccharomyces spp.*'den seçilmektedir (Woo et al., 2006). Yapılan bir çalışmada mercimek bitkisinin köklerinden izole edilen *Rhizobacteria* (PGPR)'nin saksı denemesi ile bitki gelişim, nodülasyon ve besin elementleri içeriği üzerine etkileri test edilmiştir. Sera koşullarında yürütülen deneme sonunda kontrol grubuna kıyasla PGPR uygulamasının gövde uzunluğunu, canlı ağırlığını ve kuru ağırlığını artırdığı belirlenmiştir (Zafar et al. 2012).

Bitki gelişimini teşvik eden rhizobakterilerin (BGTR) buğday (Kızıloğlu ve Bilen, 2004), mısır (Kızıloğlu ve ark., 1998a, Kızıloğlu ve ark., 1998b; Canbolat et al., 2006; Kızıloğlu ve ark., 2001; Castellano-Hinojosa et al., 2018), fasulye (Bilen ve ark., 2002; Bilen, 2003; Bilen ve Kızıloğlu, 2005; Kılıç ve ark., 2004), mercimek (Bilen ve Kızıloğlu, 2005), ıspanak (Urashima and Hori 2003, Çakmakçı ve ark., 2009); biber (Huang et al., 2017), marul (Yıldırım ve ark., 2011), patates (Arcos and Zuniga, 2016), domates (Dursun ve ark., 2010), şeker pancarı (Çakmakçı ve ark., 2006), arpa (Canbolat ve ark., 2006) bitkilerinde gelişme ve verimini teşvik ettikleri belirlenmiştir.

Nohut bitkisinde *Mesorhizobium* ve *Rhizobacteria* uygulamasının verim ve besin elementi kaldırma gücü üzerine etkisinin araştırıldığı denemede, *Mesorhizobium*'un BHURC03 suşunun kontrol grubuna göre kök kuru ağırlığını ve gövde kuru ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir (Verma et al. 2013).

Aeromonas, *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Enterobacter* izolatlarının domates, yer fıstığı, sorgum ve nohut bitkilerine uygulanması sonucu domates bitkisinde gelişimi desteklerken diğer bitkilerdeki etkilerinin önemli düzeyde olmadığını, bitki gelişimi düzenleyici bakterilerinin her bitkide aynı sonucu vermediğini ortaya koymuştur (Vaikuntapu et al. 2014).

Bacillus suşları ile *Bradyrhizobium japonicum* bakterilerinin soya fasulyesi bitkisine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada sera koşullarında *Bacillus thuringiensis* NEB17 suşunun, soya fasulyesi bitkisinde bitki gelişimini destekleyici bakteri olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Bai et al. 2003).

Lahana (*Brassica oleracea* var. capitata), birim alandan yüksek verim alabilmek için topraktan yoğun miktarda besin maddesi, özellikle de azot (N) kaldıran bir bitkidir. Azot, yaprak gelişimini doğrudan etkilediği için baş ağırlığı ve kalitesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Yapılan bir çalışmada Dasgan ve Zengin (2002) tarafından yapılan bir araştırmada, farklı azot dozlarının (0, 15, 30, 45 kg N/da) lahana bitkisinin verim üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda göre en yüksek verim 30 kg N/da uygulamasından elde edilmiştir. Bu dozun üzerindeki uygulamaların verimde önemli bir artış sağlamadığı, aksine ekonomik kayba yol açtığı saptanmıştır.

Azot sadece verimi değil, lahananın iç kalitesini ve insan sağlığını ilgilendiren nitrat birikimini de etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada Yadav ve ark. (2010), azotun lahanada C vitamini ve şeker oranları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Dengeli azot kullanımı baş sıklığını artırırken, aşırı azot kullanımının bitki dokularında nitrat (NO_3^-) birikimine neden olduğu ve depolama ömrünü kısalttığı görülmüştür.

Ojetayo ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, azotun lahanaya bitkisinin morfolojisi üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Azot uygulaması, kontrol grubuna göre yaprak sayısını %30-40, yaprak alan indeksini ise anlamlı oranda artırmıştır. Bu da doğrudan fotosentez ürünlerinin "baş" kısmında depolanmasını sağlamıştır.

PGPR bakterilerinin bitkilerin IAA üretimi, siderofor, N-fiksasyonu miktarlarının artmasına olumlu etki sağladıklarını ihtiva eden çalışmalar da mevcuttur (Ahemad and Kibret, 2013). Bakteri aşılması, özellikle *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Bacillus* türleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu bakteriler havadaki serbest azotu fikse ederek bitkinin alabileceği forma dönüştürür ve hormon (oksin, sitokinin) salgılayarak kök gelişimini teşvik etmektedir. Yapılan çalışmada, bakteri aşılmasının tek başına veya düşük doz kimyasal gübre ile birlikte uygulandığında kafa ağırlığını ve çapını %15-30 oranında artırdığını göstermektedir. Bakteri aşılmasının, lahanadaki C vitamini ve protein oranını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Kibar, 2020).

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.

Lahanagillerde (*Brassicaceae*) yapılan çalışmalarda öne çıkan ve "biyogübre" olarak adlandırılan temel mikroorganizmalar; *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megaterium* (Fosfat çözücü) Kök hastalıklarına karşı direnç sağlar ve bitki boyunu artırır. *Azotobacter chroococcum*: Havadaki serbest azotu toprağa bağlayarak bitkinin doğrudan kullanımına sunarlar, (Bhattacharyya, & Jha, 2012; Wani et al., 2013). *Pseudomonas fluorescens*, bitkide demir alımını kolaylaştırır ve "siderofor" üreterek zararlı mantarların gelişmesini engeller (Kloepper et al., 1980; Vyas & Gulati, 2009). *Azospirillum brasilense*, özellikle kök tüylerinin sayısını artırarak bitkinin su ve mineral emme kapasitesini maksimize ederler (Fuga et al., 2023).

Lahana çeşitlerine göre PGPR bakterilerinin de farklı etki gösterdikleri ve özellikle beyaz lahanaya da *Azotobacter* + *Bacillus* uygulamasının lahananın Kafa ağırlığında ve

hacminde artış sağladığı (Verma et al., 2013), kırmızı lahanada, *Pseudomonas* + *Bacillus* uygulamasının lahananın Antosiyanin (renk) yoğunluğu ve raf ömrü artışı sağladığı (Zaman et al, 2025; Kaur et al., 2017), Brüksel lahanada ise *Azospirillum* + *Pseudomonas* uygulamasının Gövde üzerindeki minik kafaların sayısında artış sağladığına (Diaz et al., 2025) ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar lahana yetiştiriciliğinde azotlu gübre dozunu %25 oranında düşürüp, fide dikiminde *Bacillus subtilis* ve *Azotobacter* karışımı kullanılması durumunda hem kafa sertliğini (kalite) arttağı hem de üretim maliyetinin düşeceği ifade edilmektedir (Ahemad and Kibret, 2013; Kaur et al., 2017).

Ahemad and Kibret, 2013), tarafından yapılan çalışmada azot kullanımını azaltıp PGPR (*Bacillus* ve *Azotobacter*) bakterileri ile aşılamanın lahana bitkisinin kuru madde miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Turan et el., (2014), PGPR uygulamalarının lahanada fide gelişimini hızlandırdığını, kök ve gövde yaş/kuru ağırlıklarını kontrol grubuna göre %20'nin üzerinde artırdığını belirtmişlerdir. Çelik (2023), karnabahar ve lahana üzerine yaptıkları çalışmada, bakteri aşılmasının (özellikle *Bacillus* türleri) bitki ağırlığını ve yaprak sayısını önemli ölçüde artırdığını, kimyasal azotun yarısı ile birlikte kullanıldığında tam doz azotla benzer verim değerleri sağladığını saptamışlardır. Kaur, vd. (2017). Kimyasal gübrelerin mikroorganizmalarla kombine edilmesinin bitki lif yapısı ve sıklığı üzerindeki olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmektedir.

Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata*), besin elementlerine karşı oldukça duyarlı ve yüksek miktarda bitki besini tüketen bir kış sebzesidir. Azotlu gübreleme, lahananın sadece verimini değil, dokularındaki diğer makro ve mikro elementlerin konsantrasyonunu da doğrudan veya dolaylı (antagonistik veya sinerjik) yollarla etkilemektedir. Azot uygulaması arttıkça, lahananın dış ve iç yapraklarındaki toplam azot ve nitrat (NO₃⁻) içeriği genellikle doğrusal bir artış göstermektedir. Ancak, aşırı azot uygulaması bitkide nitrat birikimine yol açarak sağlık açısından risk oluşturabilir. Artan azot dozları bitki dokusundaki ham protein oranını artırırken, aşırı dozlar yapraklarda serbest aminoasit ve nitrat miktarını yükseltmektedir (Daşgan ve Zengin., 2022.).

Azotlu gübreleme, bitkinin genel büyüme hızını artırdığı için fosfor ve potasyum alımını genellikle sinerjik bir şekilde tetiklemektedir. Azot, kök gelişimini destekleyerek bitkinin topraktan fosfor alma kapasitesini artırır. Ancak çok yüksek azot dozlarında "seyrelme etkisi" (dilution effect) nedeniyle yüzde olarak fosfor konsantrasyonunda hafif düşüşler görülebilir. Lahana yüksek potasyum tüketen bir bitkidir. Azotlu gübreleme genellikle potasyum alımını artırırsa da, amonyum (NH_4^+) formundaki azotun aşırı kullanımı, katyon olan potasyum ile rekabete girerek alımı kısıtlayabilir (Peck, 1981).

Azotun formu (Nitrat veya Amonyum), kalsiyum ve magnezyum alımında belirleyici rol oynamaktadır. Amonyum bazlı gübreleme, Ca^{+2} alımını baskılayabilir ve lahanada "uç yanıklığı" (tipburn) gibi fizyolojik bozukluklara yol açabilir. Nitrat bazlı gübreleme ise kalsiyum alımını teşvik eder. Azotlu gübreleme ile vejetatif büyüme arttıkça, magnezyum ihtiyacı da artar. Literatürde, dengeli azotun Mg içeriğini artırdığı, ancak aşırı azotun Mg/N oranını bozduğu belirtilmektedir (Gelaye, 2024).

Lahana bitkileri üzerine yapılan azotlu gübreleme çalışmalarında azotlu gübre artışı ile bitkinin doğrudan alımına bağlı olarak N içeriğinin arttığı, bitkinin P içeriğinin kök gelişimine bağlı olarak artış gösterdiği, K içeriğinin vejetatif büyüme ile artan artış gösterdiği, Ca içeriğinin amonyum antagonizması veya hızlı büyüme etkileri ile değişim gösterdiği, Mg içeriğinin klorofil sentezine bağlı olarak artış gösterdiği, Na içeriğinin ise genellikle toprak tuzluluğuna bağlı değişim gösterdiği ve genellikle azotlu gübrelemeden diğer elementler kadar doğrudan etkilenmediği, ancak, Na'un K'un işlevlerini kısmen ikame edebilmesi nedeniyle, düşük potasyumlu ancak yüksek azotlu ortamlarda sodyum alımında farklı varyasyonlar gözlemlendiği, düşük miktarda artış gösterdiği belirlenmiştir (Javad and Al Bayati, 2021; Gelaye, 2024. Greenwood et al., 1980).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Lahana Tohumları

Denemede Niğde iline adapte olmuş, ürün verimi yüksek tescilli yerli hibrit Lahana (*Brassica oleracea* var. capitata) bitkisi olarak Yaz Gülü F1 ve Kaynarca lahana çeşidi tohumları kullanılmıştır. Bu tohumlar, PANKO Birlik (Sınırlı Sorumlu Bor Pancar Ekicileri Kooperatifi) temin edilmiştir.

Lahana, bitkisi pH değeri 6 ila 6,8 arasında değişen verimli toprakları tercih eder. Nemli toprakları sever, Denemede Niğde iline adapte olmuş, ürün verimi yüksek tescilli yerli hibrit, sofralık ve sarmalık **Yaz Gülü F1** Lahana çeşidi sıcağa dayanıklı, erkenci, İlkbahar dikiminde 75-80 gün, Yaz dikiminde ise 85-90 günde hasadı yapılan, hafif yuvarlağımsı yassı üniform bir gelişme gösteren, ortalama ağırlık 4 kg olan bir bitkidir. Bu çeşidin ortalama verimi 4-7 ton/da'dır (Anon., 2015).

Denemede kullanılan standart **Kaynarca** Lahana çeşidi Niğde ili Bor ilçesi Kaynarca köyünde yetişen, kalitesi yönünden Türkiye pazarında ilk sırada yer almaktadır. Geniş ve kalınca kat kat yaprakları olan, güz ve kış sebzesi olarak yetiştirilen ve yaprakları açık yeşil/beyaz olan bir lahana çeşididir. Bu çeşidin ortalama verimi 5-7 ton/da'dır (Anon., 2015).

3.1.2. Bakteri İzolatları

Denemede Niğde ilinin Bahçeli kasabasındaki deneme parsellerinden alınan topraklardan, Dilüsyon metoduna göre hazırlanan bakteri solüsyonlarından 1 ml alınarak uygun besi ortamında geliştirilmiş ve azot fiske eden bakterilerin izolasyonları ve saflaştırılmaları yapılmıştır.

Elde edilen saf bakterileri kültürlerinin genomik DNA analizi sonrası N fikse etme kabiliyetleri belirlenerek, en yüksek derecede N fiksasyonu yapan 3 bakteri izolatu denemede kullanılmıştır.

3.1.3. Azotlu Gübre

Azotlu gübre uygulaması yapılacak olan parsellere lahana bitkisi için daha önce yapılmış çalışmalarda göre kompoze gübre olarak 10-10-10 gübre kullanıldığı tespit edilmiş ve bu kompoze gübre kullanılmıştır. Deneme parsellerindeki 2 farklı lahana çeşidine kimyasal gübre olarak uğurlanmıştır.

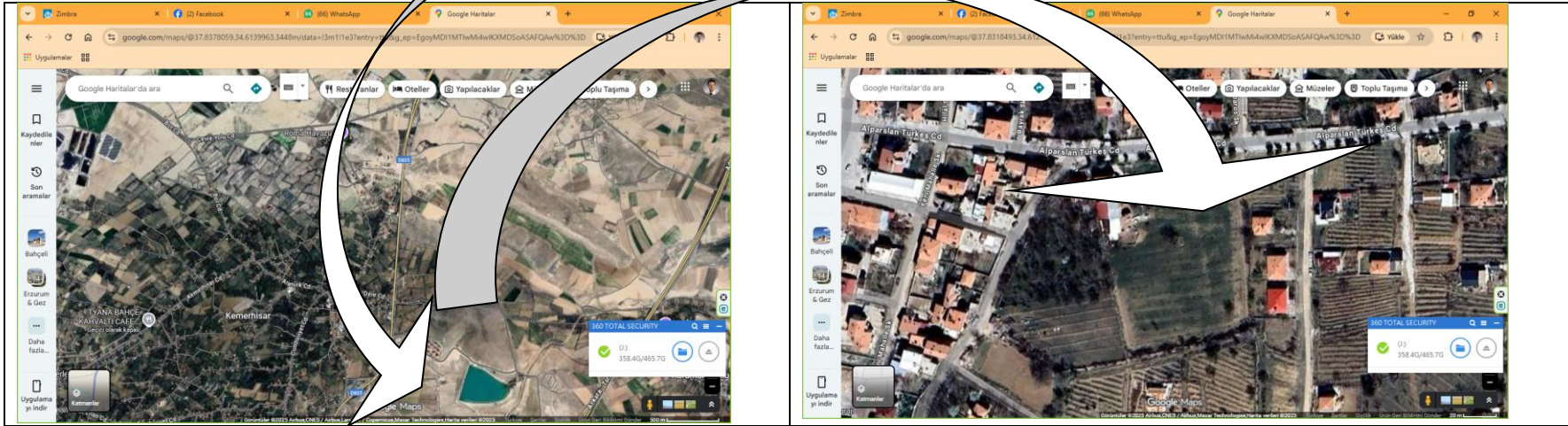
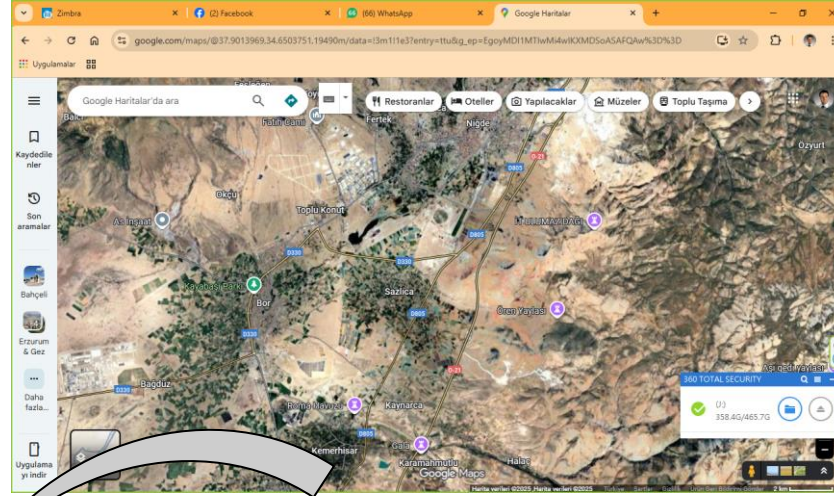
3.1.4. Parseller

Deneme; Niğde ili Bahçeli kasabasında yaygın olarak lahana yetiştirilen tarım alanı üzerinde oluşturulan 300x300 cm boyutlarındaki parsellerde yürütülmüştür. Her bir parselde lahana fideleri arasında 30 cm aralık olacak şekilde 5'er adet lahana fideleri aktarılmıştır. Parseller arasına 70 cm boşluk bırakılmıştır.

3.2. YÖNTEMLER

3.2.1. Toprak Örneklerinin alındığı yer

Araştırmada toprak materyali olarak Bahçeli, Cumhuriyet, Bor/Niğde arazisinden 0-20 cm derinliğinden alınan topraklar kullanılmıştır. Toprak materyalinin alındığı yerler 37°49'55.61"K enlem ve 34°36'46.94"D boylamları arasında yer almaktadır (<https://maps.app.goo.gl/cTpcb96Csq9hsQof8>). Toprak materyalinin alındığı bölge aşağıdaki Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Denemenin kurulduğu ve toprak örneklerinin alındığı bölge

3.2.2. Deneme Alanının Toprak, Bitki ve İklim Özellikleri

Niğde ili; üç tarafı Toros dağları ile çevrili olan Orta Anadolu'nun güneyinde bulunmaktadır. Batı ucunda Konya ovası ile birleşik Emen Ovası yer alır. Jeolojik yapı açısından volkanik tüfler ve bazalt akıntıları hakim durumdadır. Ovalarda bulunan topraklar allüviyal karakterdedir. Niğde ilinde toprak oluşumu, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini kazanmasında önemli rol oynamış, topraklar oluşum süreçlerini tamamlamış ve horizonları belirginleşmiştir. Niğde ilinde; Zonal Topraklar; yeterince gelişmemiş ve bu topraklar % 61.9 oranında olup, bölgede en geniş alan kaplamışlardır. Azonal Topraklar ve yerel şartların etkisinde profilleri az gelişmiştir. İntrazonal Topraklar % 37.9'luk oranında bulunmaktadır (Anon., 2014).

Niğde ili dağlarla çevrilidir ve deniz seviyesinden 1200 m. yüksekliktedir. Denizden gelen rüzgarları alamayan, kuzeyden gelen soğuk rüzgarlara açık bir bölgedir. Bölge yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Yağışlar kışın kar halinde, ilkbaharda yağmur halinde düşmektedir. Niğde'de yıllık yağış ortalaması 342,8 mm olup en fazla yağış 48,2 mm ile Mayıs, en az yağış 5,5 mm ile Temmuz ayında görülür. İlin ortalama nisbi nemi % 56, nemin en fazla olduğu ay Şubat (% 80), en düşük olduğu ay Ağustos (% 28) ayıdır (Anon., 2014). İklim verileri Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Bölgede ormanlık alan azdır. Ormanlar Toroslar bölgesinde, Hasan ve Melendiz dağlarının yüksek yamaçlarında bulunur. İlde doğal vejetasyon; Ot Formasyonu (Step ve ağaçlı antropojen step), Orman Formasyonu (meşe, kızılçam, karaçam, köknar, sedir ve ardıç birlikleri ile karışık tipler) ve Subalpin (Astragalus, acontholimon birlikleri) ve Alpin formasyonu (Vicia birlikleri) alanları mevcuttur (Anon., 2025).

Niğde ilinde %16,58 kuru fasulye, %14,38 çavdar, %13,80 lahana, %13,76 elma, %12,35 patates, %3,75 yulaf, %3,16 kiraz ve %0,97 buğday yaygın olarak yetiştirilmektedir. Altunhisar ilçesi tahılların yoğun olarak üretiminin yapıldığı ilçedir (Saygılı ve Çakmak., 2021).

Çizelge 3.1. Niğde ili iklim verileri (MGM, 2025).

NIGDE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1935 - 2024)													
Ort. Sıcaklık (°C)	-0,2	1,2	5,1	10,7	15,1	19,2	22,5	22,4	18,2	12,6	6,6	1,9	11.3
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,9	6,5	11,0	16,8	21,5	25,9	29,5	29,7	25,7	19,7	13,0	7,2	17.6
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,5	-3,4	-0,2	4,5	8,4	12,0	14,9	14,6	10,5	6,0	1,2	-2,4	5.1
Ort. Güneşlenme Süresi (sa)	3,8	4,9	5,8	7,0	8,4	10,3	11,5	11,3	9,9	7,4	5,4	3,8	7.5
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	10,82	10,22	11,39	11,04	11,79	6,90	1,84	1,52	2,91	6,33	7,41	10,62	92.8
Ort. Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	35,6	32,8	36,3	41,1	48,2	28,5	5,5	6,7	10,6	25,6	31,0	40,9	342.8
Ölçüm Periyodu (1935 - 2024)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	19,9	20,5	26,4	30,8	33,0	35,7	38,5	39,7	37,3	32,0	25,0	21,2	39.7
En Düşük Sıcaklık (°C)	-25,6	-24,2	-23,9	-6,9	-2,6	3,5	6,6	6,5	-0,7	-6,2	-19,5	-24,0	-25.6

3.2.3. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Lahana bitkisi için Tarla denemesinin yürütüleceği parsellerden alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilip havada kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Plastik kaplarda muhafaza edilen toprak örnekleri üzerinde deneme öncesi kimyasal, fiziksel ve biyolojik analizler yapılmıştır.

3.2.4. Toprak Analiz Yöntemleri

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde konu ile ilişkisi olabileceği düşünülen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analizleri aşağıda başlıklar altında verilmiştir.

3.2.4.1. Toprak Reaksiyonu

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

3.2.4.2. Kireç Miktarı

Toprakların kireç içerikleri Scheibler Klasimetresi ile volümetrik olarak belirlenmiştir (Goh et al. 1993).

3.2.4.3. Organik Madde

Toprakların organik maddeleri Smith-Weldon yöntemiyle belirlenmiştir (Tiessen and Moir, 1993).

3.2.4.4. Katyon Değişim Kapasitesi (KDK)

Katyon değişim kapasiteleri, toprak örneklerinin Na-asetatla (1 N, pH=8.2) doyurulmuş, daha sonra amonyum asetatla (1 N, pH=7.0) ekstrakte edilerek Na içeriği atomik absorpsiyon spektrofotometresinde sodyum okuması yapılarak belirlenmiştir (Rhoades, 1982).

3.2.4.5. Değişebilir Ca, Mg, Na ve K

Toprakların değişebilir K ve Na katyonları, NH₄-asetatla (1 N, pH=7.0) çalkalanıp ekstrakte edildikten sonra alev fotometresinde okunarak belirlenmiştir (Knudsen ve ark.,1982).

3.2.4.6. Elverişli Fosfor

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

3.2.4.7. Toplam Azot

Toprakların N içeriği, Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Mc Gill and Figueiredo 1993).

3.2.4.8. Elektrik İletkenlik

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

3.2.4.9. Toprak Tekstürü

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

3.2.4.10. Mikro Elementler (Fe, Cu, Zn, Mn)

Toprakların ağır metal içerikleri (Fe, Cu, Zn, Mn) DTPA (dietilentriamin pentaasetikası) yöntemi ile elde edilen süzükler ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma Spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES) direk olarak okunarak (Mertens 2005) belirlenmiştir.

3.2.5. Biyolojik Analiz Yöntemleri

3.2.5.1. Bakteri İzolasyonu

Denemeye konu olan topraklardan azot fiske eden bakterilerin belirlenmesi için Dilüsyon metoduna (Gürgün ve Halkman, 1988; Kızıloğlu ve Bilen, 1997) göre hazırlanan bakteri solüsyonları uygun besi ortamında geliştirilmiştir. Bunun için 9 ml steril FTS (Fizyolojik Tuzlu Su) içeren 5 adet tüplerden birincisine bakteri solüsyonundan 1 ml aktarılarak vortex yapılmış ve 10^{-1} 'lik dilüsyon elde edilmiştir. Bu dilüsyondan ikinci tüpe 1 ml aktarılarak 10^{-2} 'lik dilüsyon ve bu şekilde aynı işlemin tekrarlanması sonucu 10^{-5} 'ya kadar dilüsyon serileri hazırlanmıştır.

3.2.5.2. Besi Ortamı Hazırlığı

20 g Ashby N-free besiyeri 1 L su ihtiva eden erlenmayere konulmuş, karıştırıldıktan sonra ağız kısmı kapatılmış ve 121°C 'de 20 dk steril edilmiştir. Elde edilen besi ortamı petri kutularına 1/3 yüksekliğinde dökülmüş ve soğuyup katılaşması beklenmiştir. Hazırlanan 10^{-5} dilüsyon serisinden alınan 1 ml alikot katılaşmış Ashby besi ortamı

üzerine aktarılmış ve steril drigalski spatula ile besi ortamı yüzeyine yayılmıştır. Uygun sıcaklıkta inkübatörde 3-5 gün gelişmeden sonra besi ortamı üzerinde bakterilerin gelişimi sağlanmıştır.

3.2.5.3. Saf Kültürlerinin Hazırlanması

Ashby besi ortamı üzerine gelişen bakterilerden 1 lob alınıp ve katılmış olan Nurtient agar besiyeri üzerine 3 fazlı çizim yapılarak aktarılmıştır. Petri kutuları 28 ± 2 °C'de 3-5 gün inkübasyon bırakılmış ve bakterilerin gelişmeleri sağlanmıştır. Saf bakteri kültürlerinin elde edilene kadar seçilen bakteriler yeniden Nurtient agar besi ortamı ekim yapılarak saflaştırılana işlemine devam edilmiştir. Saf bakterilerin gelişimi sağlandıktan sonra bakterilerin çoğaltılması için steril platin öze ile bir lob alınmış ve Nurtient agar besi ortamı ihtiva eden petri kaplarına çoğaltma ekimleri yapılmış, steril drigalski spatula ile besi ortamı yüzeyine yayılmıştır. Petriler 48 sa inkübatörde bekletilmiş ve saf kültürler elde edilmiştir (Kızıloğlu ve Bilen, 1997).

3.2.5.4. Saf Kültürlerin Muhafazası

Elde edilen saf kültürler, içerisinde steril 800 µl LB (Luria-Bertani) besiyeri ve 200 µl gliserol ihtiva eden ependorf tüplerine aktarılarak -70 oC'de stok edilmiştir (Rodriguez and Alatossava 2008).

3.2.6. Aşılama Materyalinin Biyokimyasal Analizleri

3.2.6.1. Genomik DNA'nın İzolasyonu ve Saflaştırılması

Saf olarak stoklanan test izolatlarının genomik DNA izolasyonu için BIOLINE ISOLATE II GENOMIC DNA KIT Platform Kiti kullanılmıştır.

3.2.6.2. 16S rDNA Geninin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile oğaltılması

Bakterilerin bütün hücre DNA'sı izole edildikten sonra Fd1 ve RP2 evrensel primerleri kullanılarak 16S rDNA gen bölgesi amplifiye edilmiştir (Lane, 1991). Bu protokole göre; karışım (25ul): 10 µl sıralama tamponu (2x Mix Bioline MyTaq), 2µl FD110uM primer, 2µl 10uM RP2 primer, 130ng DNA şablonu ve 25 µl Ultra saf su içerir.

Amplifikasyon için kullanılan PCR programı 95 °C, 1 dak; (95 °C, 15 saniye, 52 °C, 20 saniye, 72 °C, 15 saniye) 35x; 72 °C, 3 dak (Cihaz: ABI Verity Thermal Cyclers) olarak ayarlanmıştır. Elektroforez işlemi ile % 1 'lik agaroz jeli üzerinde 1 kb'lik molekülün yürütülmesi sonucu PCR ürünü elde edilmiştir (Mukhopadhyay et al., 2002).

3.2.6.3. 16S rDNA'nın Sekanslanması

Atatürk Üniversitesi, Merkez Laboratuvarında bulunan otomatik DNA sekanslayıcıda, 3 Primer (2 Primer PCF ve PEF ve bir antisens Primer PDR) kullanılarak sekanslama yapılmıştır.

3.2.7. Aşılama Materyalinin N Fikse Etme Kapasitelerinin Belirlenmesi

Aşılama materyali olarak izole edilen bakterilerin amonyum ve nitrat üretebilme, ACC-deaminaz testi, katalaz testi, siderofor ve indol-3-asetik asit (IAA) üretimi testleri yapılmıştır.

3.2.7.1. Siderofor Üretimi

Strainlerin siderofor üretimi Crom Azurol S (CAS) agar besi ortamında test edilmiştir. Bakteri strainleri çizgi ekimle 4 ayrı noktaya inokule edilmiş ve 27°C' de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bakteri gelişiminin etrafında portakal renkli alanın oluşması siderofor üretimi pozitif olarak değerlendirilmiş ve bu alanın çapı ölçülerek kaydedilmiştir (Louden ve ark., 2011).

3.2.7.2. ACC-Deaminaz Testi

Bakteri strainlerinin bitkilerde oluşan zararlı etilen üretimini baskılayan 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase (ACC-deaminaz) enzimini üretebilme yetenekleri

Penrose ve Glick (2003)' in belirttiği yönteme göre DF besi ortamı kullanılarak değerlendirilmiştir. Strainlerin çizgi ekim metodu ile ekimleri yapılmış ve ardından petriler 27°C' ye ayarlı inkübatörde 48-72 saat bekletilerek koloni gelişimleri gözlemlenmiştir. Gelişim gösteren strainler ACC-deaminaz pozitif olarak belirlenmiştir.

3.2.7.3. Katalaz Testi

Elde edilen strainlerin katalaz enzimine sahip olup olmadıklarını belirlemek için 48 saat süresince NA besi ortamında gelişme gösteren bakteri kültüründen bir öze dolusu alınıp, üzerine 1 damla %5'lik H₂O₂ damlatılmıştır. Koloni yüzeyinde kabarcık oluşumu pozitif olarak değerlendirilmiştir (Klement et al., 1990; Saygılı ve ark., 2006).

3.2.7.4. İndol Asetik Asit (IAA) Üretimi

Bakteri strainlerinin IAA üretimi hazırlanan spesifik besi ortamında belirlenmiştir (Asghar ve ark., 2002; Yakkou vd. 2022). Spektrofotometrede 540 nm'de okunan örneklerin absorbans değerleri kaydedilmiştir. Standart okumalarına karşı okunan değerlerden elde edilen regressyon grafiğinden standart doğru denklemi bulunmuş ve örneklere ait okuma değerleri grafik denkleminde yerine konularak bakterilerin ürettiği IAA miktarları µg/ml olarak hesaplanmıştır.

3.2.8. Bitki Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi

Denemenin yürütüleceği parsellerin toprak hazırlığı yapıldıktan sonra 3.0x3.0 m boyutlarındaki 30 parsele bölünmüştür. Parsellerin 3 tanesi kontrol, 3 tanesi 10-10-10

kompoze gübre uygulaması, 3 tanesi *A. calcoaceticus* AT165 bakteri aşılması, 3 tanesi *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması, 3 tanesi ise *S. hominis* AT143 bakteri aşılması için gruplandırıldı. Lahana tohumları viyollerde çimlendirildikten yaklaşık 2 hafta sonra ilk yapraklar oluşunca her bir parsele 30 cm aralıklarla 5'er adet lahana fideleri aktarılmış ve parseller arasına 70 cm boşluk bırakılmıştır.

Bakteri uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasında her bir parsele (9 m²) tarla kapasitesi nem miktarına (551.25 L) eşdeğer sulama suyu uygulanmıştır.

10-120-10 kompoze gübre uygulaması yapılan parsellere toprakların başlangıç analiz sonuçları dikkate alınarak eksik kalan N miktarı ilk yarısı (0.45 kg kompoze gübre) parsellere fidelerin aktarıldığı zaman, geri kalan yarısı (0.45 kg kompoze gübre) ise bitki gelişiminden 45-70 gün sonra sulama suyunda (551.25 L) çözündürülerek toprağa uygulama yapılmıştır (Anon., 2021b).

3.2.9. Aşılamanın Yapılması

Saf bakteri kültürleri Nutrient agar besi ortamı içerisine aktarılmış çoğaltma ekimleri yapılmış, steril drigalski spatula ile besi ortamı yüzeyine yayılmıştır. Besi ortamı üzerinde gelişen saf bakteriler steril spatula ile toplanmış ve sıvı halde bulunan Nutrient broth besi ortamı içerisine aktarılmıştır. Sıvı Nutrient Broth (NB) besi ortamı 28 oC'de inkübatörde bekletilmiş ve konsantre saf kültürler elde edilmiştir (Kızıloğlu ve Bilen, 1997; Vincent 1970, Ülgen 1975). Yeterli derecede gelişme gösteren bakteri solüsyonlarında bakteri sayılarının eşit sayıda olması için spektrofotometrede 540 nm dalga boyunda 0.6 OD absorbans değerine eşitlenmiş böylece bakteri solüsyonunun 1 ml'sinde yaklaşık 1.0×10^8 cfu bakteri değerine ayarlanmıştır. Bu değer üzerindeki bakteri solüsyonlarının eşit sayıda bakteri içermesi için NB ile sulandırma yoluna gidilmiştir (Somasegaran ve Hoben 1985; Saygılı 1995).

Bakteri uygulamasının yapılacağı deneme parsellerine verilecek olan 551.25 L sulama suyunun her 1 ml'sinde 1.0×10^8 cfu bakteri ihtiva edecek şekilde sulama suyuna verilecek olan bakteri solüsyonu miktarı hesaplanmış ve her bir parsele konsantre

bakteri solüsyonu sulama tanklarından bulunan 551.25 L su içerisine katılarak parsellere 1 kez uygulama uygulanmıştır.

Lahana ekimi yapılan parsellere 4 gün aralıklarla tarla kapasiteline eşdeğer normal sulama suyu ilave edilmiş ve 90 gün süre ile bitki gelişimi takip edilmiştir.

3.2.10. Bitkilerin hasadı

Lahana bitkisinin ekiminden 90 gün sonra hasat olgunluğuna ulaşmaktadır. Hasat döneminde toprak seviyesinin üzerinde kalan lahana keskin bir bıçak veya satırla kesilerek hasat edilmiştir. Kesilen başların dış tarafındaki bozuk yapraklar temizlendikten sonra dış kısmından merkeze kadar eşit kalınlıkta lahana örnekleri bıçakla kesilmiş ve kağıt torbalara konulmuştur. Laboratuvara getirilen lahana örnekleri 65 °C'de 24 saat etüvde kurutma işleminden sonra öğütülüp plastik poşetlere konulmuştur.

3.2.11. Bitki Analiz Yöntemleri

3.2.11.1. Bitki Kuru Madde Miktarı

Fasulye bitkilerinin hasat edilmesinden sonra fırında 65 °C kurutularak, kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Kacar, 2014).

3.2.11.2. Bitki Toplam Azot İçeriği

Hasat sonrası bitki örneklerinin azot içerikleri salisilik-sülfirik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra kjheldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar, 2014).

3.2.11.3. Bitki Fosfor İçeriği

Bitki rneklerinin P içerikleri nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra, mavi renk 885 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre ile belirlenmiştir (Kacar, 2014).

3.2.11.4. Bitki Besin Element İçeriği (Makroelement)

Bitkilerin makro element içeriği Nitrik-Perklorik asit ile yaş yakma sonrası (Kacar 2014),ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens, 2005).

3.2.12. Deneme Aşamaları ve Planı

Proje alışması 6 aşamada yürütülmüştür.

- I. Aşamada; Toprak örneklerinden azot fikse eden bakterilerin izolasyonu ve saflaştırılması yapılmıştır.
2. Aşamada; İzole edilen bakterilerin bazı biyokimyasal analizleri yapılmıştır.
3. Aşamada; Etkinliği yüksek belirlenen bakterilerin tanısı için DNA analizi yapılmıştır.
- 4 Aşamada; Bakterilerin N fiske etme kapasitelerinin belirlenmiştir.
5. Aşamada; Etkinliği yüksek olarak belirlenen ve tanısı yapılan bakterilerin tarla ortamında yetiştirilen lahana bitkisinin verim parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir.
6. Aşamada; Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek lahana bitkisi yetiştirilen topraklara mikrobiyal gübre olarak uygulanacak etkili bakterilerin gübreleme materyali olarak nerisi yapılmıştır.

Niğde ilinin Bahçeli kasabasında yaygın olarak lahana yetiştirilen tarım alanları üzerinde oluşturulan 3.0 x 3.0 m boyutlarındaki parsellerde yürütülmüştür. Her bir parselde lahana fideleri arasında 30 cm aralık olacak şekilde 5'er adet lahana fideleri aktarılmıştır. Parseller arasına 70 cm boşluk bırakılmıştır. Deneme parsellerindeki 2 farklı lahana çeşidine 5 farklı gübre uygulaması 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme planına göre göre dizayn edilmiştir. Buna göre tarla denemesi;

1 Toprak Çeşidi x 2 Lahana Çeşidi x 5 gübre uygulaması (1 Kontrol, 3 Bakteri, 1 Kimyasal Gübre) x 3 Tekerrür = 30 Parsel üzerinde yürütülmüştür.

3.2.13. İstatistiksel analiz yöntemleri

Denemeden elde edilen analiz sonuçları, SPSS istatistik programı kullanılarak varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine tabi tutulmuştur (SPSS, 2010).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme toprağında kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki Çizelge 4.1’ de gösterilmiştir. Çizelge 4.1’den görüleceği üzere, toprak örneğinin organik maddesi yeterli, tuz seviyesi bakımından tuzsuz, kireç oranı bakımından az kireçli, toplam azot bakımından yeterli, yarıyıllı P bakımından yeterli tekstür sınıfı bakımından killi-tınlı sınıfa girmektedir.

Çizelge 4.1. Deneme topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları

Özellik	Değer			
pH, 1:2.5 toprak-su	7.87			
Organik Madde, %	1.86			
Kireç, CaCO ₃ , %	8.40			
Toplam N, %	0.068			
Elverişli P, kg da ⁻¹ P ₂ O ₅)	4,48			
Değişebilir Katyonlar, me 100 g ⁻¹	Ca⁺²	Mg⁺²	K⁺¹	Na⁺¹
	17.9	7.13	3.53	0,34
Mikroelementler, ppm	Fe⁺²	Cu⁺²	Zn⁺²	Mn⁺²
	4.83	1.05	1.10	9.86
K.D.K. me 100 g ⁻¹ toprak	29.96			
EC, µS cm ⁻¹	912			
Toplam Tuz, %	0.017			
Tarla Kapasitesi, %	24.5			
Solma Noktası, %	16,2			
Tane Büyüklük Dağılımı, %	Kum	Silt	Kil	
	52	22	26	
Tekstür Sınıfı	Kumlu killi tın			

4.2. Aşılama Materyalinin Genomik DNA Analizi ve Biokimyasal Özellikleri

Aşılama materyali olarak kullanılan bakterilerin DNA analizi sonuçları, N fikse edebilme, P ve K çözebilme yetenekleri Çizelge 4.2.'de ve siderofor, IAA, ACC-d ve Katalaz enzim içerikleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Deneme topraklarından elde edilen ve azot fiske etme kapasitesi yüksek olan 3 adet bakteri belirlenmiştir. İzolatlarının genomik DNA izolasyonu, rDNA geninin Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılması ve rDNA'nın sekanslanması sonrasında bakterilerin türleri *Staphylococcus hominis* AT143, *Stenotrophomonas maltophilia* AT157 ve *Acinetobacter calcoaceticus* AT 165 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Denemede kullanılan bakterilerin DNA analizi, N fikse edebilme, P ve K çözebilme yetenekleri, NH_4^+ ve NO_3^- üretimi.

Strain No	DNA Analizi	N Fikse etme	P Çözme	K Çözme	NH_4^+ -N ppm	NO_3^- -N ppm
AT143	<i>Staphylococcus hominis</i>	K+	+	+	21.24	17.26
AT157	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	K+	K+	K+	27.36	31.57
AT165	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	+	-	-	6.23	5.73

+ : Pozitif, - : Negatif, K+: Kuvvetli pozitif

Çizelge 4.3. Denemede kullanılan bakterilerin siderofor, IAA, ACC-d ve Katalaz enzim üretimi.

Bakteri straini	Siderofor, mm	IAA, $\mu\text{g ml}^{-1}$	ACC-d.	KAT
<i>Staphylococcus hominis</i> AT143	28	40.41	+	+
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> AT157	37	58.21	+	+
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> AT165	12	29.51	+	+

IAA: Indol asetik asit, ACC-d: ACC deaminaz, KAT: Katalaz

4.3. Aşılama Materyalinin Azot Fikse Etme Kapaisteleri

Söz konusu bakterilerin azot fikse etme kapasitelerini belirlemek için hazırlanan 30 ml sıvı Ashby N-free besi ortamı içerisinde bakteriler ilave edildi ve 3 gün inkübasyon sonrası sıvı orta içerisinde fikse edilen NH_4^+ (mg/L) miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Sıvı Ashby N-free besi ortamı içerisinde gelişen bakterilerin NH_4^+ (mg/L) Fikse Etme Kapasiteleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Sıvı Ashby N-free besi ortamında gelişen bakterilerin NH_4^+ (mg/L) Fikse Etme Kapasiteleri

Bakteri Adı	Aşılama Öncesi Besi Ortamı NH_4^+ , Miktarı (Kör OD)	Aşılama Sonrası Besi Ortamı NH_4^+ , Miktarı, (Örnek OD)	Fikse Edilen NH_4^+ Miktarı, (Örnek OD – Kör OD)	Fikse Edilen NH_4^+ , (me L^{-1}) $((\text{Ö}-\text{K}) \times \text{N} \times 1000 / \text{Hacim (L)})$	Fikse Edilen NH_4^+ , (mg L^{-1}) (Fikse Edilen NH_4^+ , (me L^{-1}) $\times \text{NH}_4^+$ Mol Ağ)
<i>Staphylococcus hominis</i> AT143	2.60	7.50	4.90	1.63	29.40
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> AT157	2.60	8.92	6.32	2.11	37.92
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> AT165	2.60	5.05	2.45	0.82	14.70

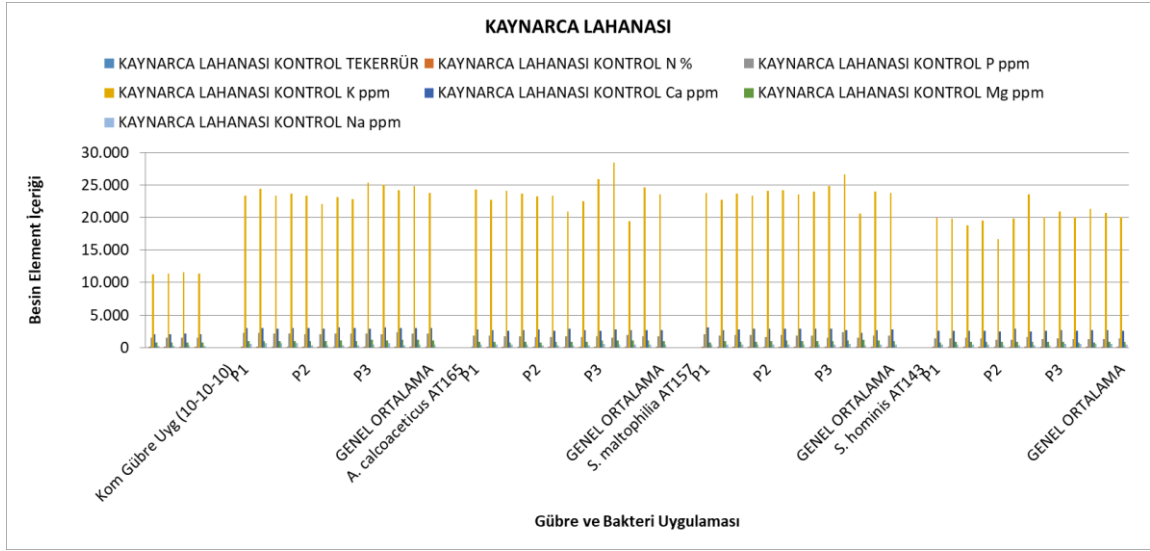
N: 0,01, V: 30

4.4. Bakteri Aşılmasının Lahana Bitkisinin Besin Elementleri İçeriğine Etkileri

Denemede kullanılan yerli hibrit Lahana bitkisi olarak **Yaz Gülü F1** ve standart çeşit olarak **Kaynarca** lahana bitkilerinin yetiştirildiği topraklara bakteri aşılması sonrasında bitkiler hasat edilmiş ve bitki örneklerinde N, P, K, Ca, Mg, ve Na analizleri yapılmış ve aşağıda Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6. de analiz sonuçları verilmiştir. Ayrıca bu lahana bitkilerine ait bitki besin element içeriklerine ait grafik Şekil 4.1. ve Şekil 4.2. de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kaynarca lahana bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.

KAYNARCA LAHANASI							
		N, %	P, ppm	K, ppm	Ca, ppm	Mg, ppm	Na, ppm
KONTROL	GEN Ort	1.58	1.525	11.432	2.068	748	285
KG	P1 Ort.	2.48	2.195	23.735	2.984	993	624
	P2 Ort	2.38	2.113	22.882	2.995	1.004	371
	P3 Ort	2.74	2.174	24.265	2.975	1.152	494
	GEN ORT	2.53	2.161	24.900	2.984	1.050	496
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	P1 Ort.	1.98	1.768	23.693	2.706	862	453
	P2 Ort	2.05	1.644	22.527	2.724	878	362
	P3 Ort	1.99	1.736	24.627	2.692	1.118	474
	GEN ORT	2.01	1.716	23.616	2.707	953	430
<i>S. maltophilia</i> AT157	P1 Ort.	2.38	1.925	23.417	2.861	881	457
	P2 Ort	2.53	1.786	23.972	2.852	1.006	472
	P3 Ort	2.40	1.774	24.039	2.623	1.088	468
	GEN ORT	2.43	1.828	23.809	2.779	992	466
<i>S. hominis</i> AT143	P1 Ort.	1.90	1.430	19.541	2.579	861	486
	P2 Ort	2.23	1.343	20.073	2.585	898	366
	P3 Ort	2.47	1.325	20.755	2.649	826	535
	GEN ORT	2.20	1.366	20.123	2.605	862	462



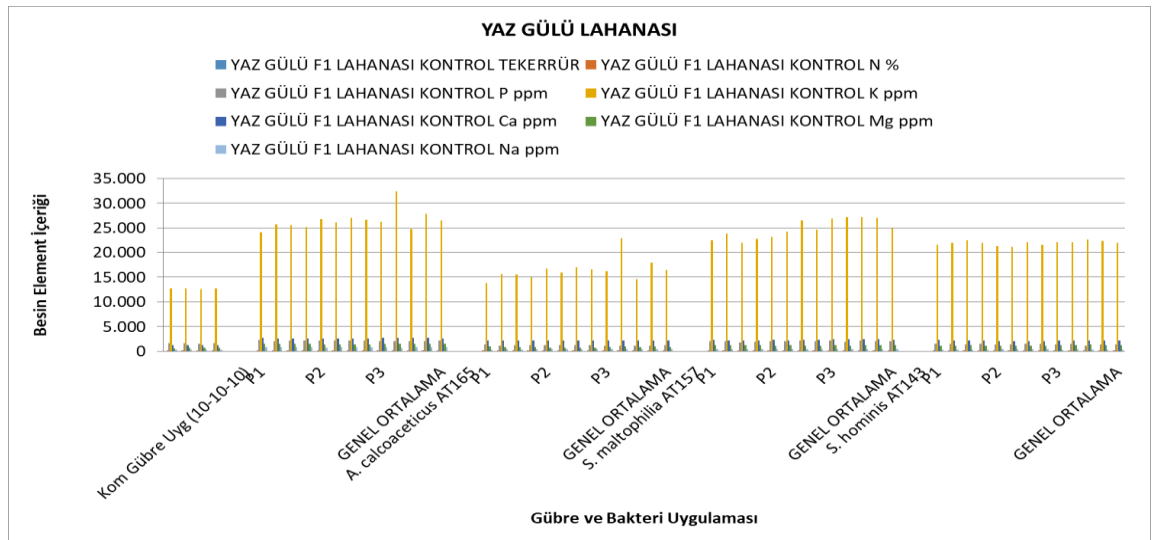
Şekil 4.1. Kaynarca lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.

Çizelge 4.5. ve Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere Kaynarca lahanası bitkisinin uygulanan azot kaynaklarına bağlı olarak N, P, K, Ca, Mg, ve Na içerikleri farklılık göstermiştir. Kontrol uygulamasına göre kompoze gübre (10-10-10) uygulaması bakteri uygulamalarına göre daha yüksek değerler göstermiştir. Kompoze gübre uygulamasında en yüksek lahanası bitkisi N içeriği % 2.53 olarak gözlenirken, sırası ile P içeriği 2161 ppm, K içeriği 24900 ppm, Ca içeriği 2984 ppm, Mg içeriği 1050 ppm ve Na içeriği 496 ppm olarak belirlenmiştir. Kompoze gübre uygulamasının en yakın olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri uygulaması değerler göstermiş, bu uygulamada lahanası bitkisi N içeriği % 2.43, P içeriği 1828 ppm, K içeriği 23879 ppm, Ca içeriği 2809 ppm, Mg içeriği 953 ppm ve Na içeriği 430 ppm olarak belirlenmiştir.

Bakteri uygulamaları içerisinde *S. maltophilia* AT157 uygulaması en yüksek besin element içeriği gösterirken, bunu sırası ile *A. calcoaceticus* AT165 ve *S. hominis* AT143 izolatları izlemiştir. Bakteri uygulamaları kompoze azotlu gübre uygulaması kadar etkili olmamıştır. Ancak yine de bakteri uygulamalarının Kaynarca lahanası bitkisi için azotlu kompoze gübre uygulamasına alternatif bir uygulama olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4.6. Yaz Gülü F1 lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.

YAZ GÜLÜ LAHANASI							
		N, %	P, ppm	K, ppm	Ca, ppm	Mg, ppm	Na, ppm
KONTROL	GEN Ort	1.40	1.612	12.653	1.231	623	277
KG	P1 Ort.	2.21	2.146	25.121	2.605	1.477	804
	P2 Ort	2.34	2.183	26.559	2.568	1.335	750
	P3 Ort	2.17	2.077	25.787	2.627	1.508	750
	GEN ORT	2.24	2.136	26.489	2.600	1.440	768
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	P1 Ort.	2.00	1.179	14.980	2.156	853	347
	P2 Ort	1.94	1.227	16.562	2.108	712	436
	P3 Ort	2.02	1.088	15.792	2.184	884	405
	GEN	1.99	1.165	16.485	2.149	816	396
<i>S. maltophilia</i> AT157	P1 Ort.	2.02	1.929	22.767	2.211	1.232	361
	P2 Ort	2.21	2.058	24.613	2.271	1.136	417
	P3 Ort	2.3	2.045	23.755	2.440	1.169	378
	GEN	2.17	2.011	24.811	2.307	1.179	385
<i>S. hominis</i> AT143	P1 Ort.	2.12	1.442	21.970	2.203	1.147	312
	P2 Ort	2.09	1.416	21.537	2.026	1.082	357
	P3 Ort	2.13	1.339	22.278	2.124	1.234	341
	GEN ORT	2.11	1.399	21.928	2.017	1.154	337



Şekil 4.2. Yazgülü lahanası bitkisi N, P, K, Ca, Mg, ve Na analiz sonuçları.

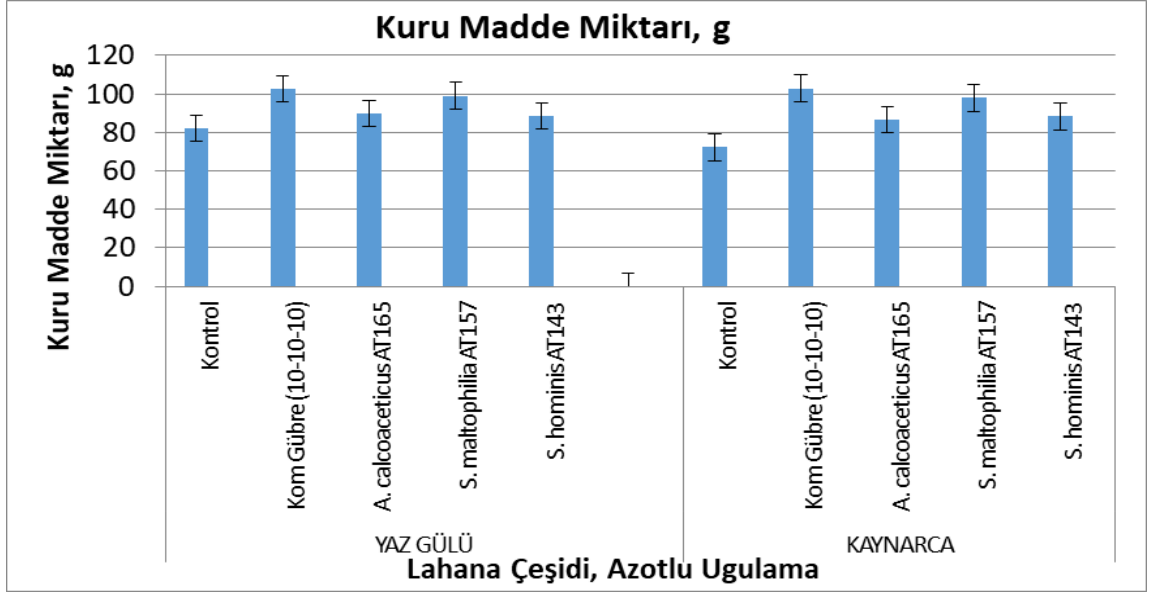
Çizelge 4.6. ve Şekil 4.2.'de görüldüğü üzere Kaynarca lahanası bitkisinin uygulanan azot kaynaklarına bağlı olarak N, P, K, Ca, Mg, ve Na içerikleri farklılık göstermiştir. Kontrol uygulamasına göre kompoze gübre (10-10-10) uygulaması bakteri uygulamalarına göre daha yüksek değerler göstermiştir. Kompoze gübre uygulamasında en yüksek lahanası bitkisi N içeriği % 2.24 olarak gözlenirken, sırası ile P içeriği 2136 ppm, K içeriği 26489 ppm, Ca içeriği 2600 ppm, Mg içeriği 1440 ppm ve Na içeriği 768 ppm olarak belirlenmiştir. Kompoze gübre uygulamasının en yakın olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri uygulaması değerler göstermiş, bu uygulamada lahanası bitkisi N içeriği % 2.17, P içeriği 2011 ppm, K içeriği 24811 ppm, Ca içeriği 2307 ppm, Mg içeriği 1179 ppm ve Na içeriği 385 ppm olarak belirlenmiştir.

Bakteri uygulamaları içerisinde *S. maltophilia* AT157 uygulaması en yüksek besin element içeriği gösterirken, bunu sırası ile *A. calcoaceticus* AT165 ve *S. hominis* AT143 izolatları izlemiştir. Bakteri uygulamaları kompoze azotlu gübre uygulaması kadar etkili olmamıştır. Ancak yine de bakteri uygulamalarının Yazgülü lahanası bitkisi için azotlu kompoze gübre uygulamasına alternatif bir uygulama olabileceğini göstermiştir.

4.5. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Kuru Madde Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yazgülü ve Kaynarca lahanası bitkilerinin kuru madde içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahanası bitkilerinin kuru madde miktarları arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahanası bitkilerinin kuru madde içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.3.'de ve lahanası bitkilerinin kuru madde değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahana bitkilerinin kuru madde miktarı üzerine etkileri.

Şekil 4.3. ve Çizelge 4.7.'e göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin kuru madde içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar ve farklılıklar göstermiştir. Lahana bitkilerinin kuru madde içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması en yüksek değeri göstermiştir. Her bir bakteri uygulamasının lahana bitkilerinin kuru madde içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuştur. Azot bakterileri uygulamalarının lahana bitkilerinin kuru madde içerikleri üzerine etkisi azotlu kompoze gübre (10-10-10) uygulamasından daha düşük değerler göstermiştir. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek kuru madde miktarı *S. maltophilia AT157* aşılmasında ve en düşük kuru madde miktarı *S. hominis AT143* aşılmasında görülmüştür.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük ortalama kuru madde miktarı Yaz Gülü Lahanasında 82,26 g ve Kaynarca Lahanasında 72,25 g olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağı olarak en yüksek ortalama kuru madde miktarı Yaz Gülü Lahanasında 102.77 g değeri ile Kaynarca Lahanasında 102.89 g değeri ile Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Lahana bitkilerinin ortalama kuru madde miktarları ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Azot Kaynağı	Kuru Madde Miktarı, g			
	Yaz Gülü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	82.26 c	72.25 c	77.25 C	
Komoze Gübre (10-10-10)	102.77 a*	102.89 a*	102.8 A*	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	88.99 b	86.79 b	87.89 B	
<i>S. maltophilia</i> AT157	99.02 a	97.93 a	98.47 A	
<i>S. hominis</i> AT143	88.64 b	88.28 b	88.46 B	
ORTALAMA	92.33 A*	89.62 B		
*: Sütunlarda Duncan testine göre p<0,05, (% 5) önem düzeyinde ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	95.106	93.972	94.414
	Std Dev:	6.880	7.729	6.541
	Std Error:	3.972	4.462	3.776

Bakteri uygulamaları arasında kompoze gübre uygulamasına en yakın kuru madde miktarı (B) Yaz Gülü lahanasında *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılmasından (99.02 g), ve Kaynarca lahanasında yine aynı bakteri aşılmasından (97.93 g) elde edilmiştir. Azotlu gübre uygulamalarının lahana bitkilerinin kuru madde miktarı üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) fark göstermiştir.

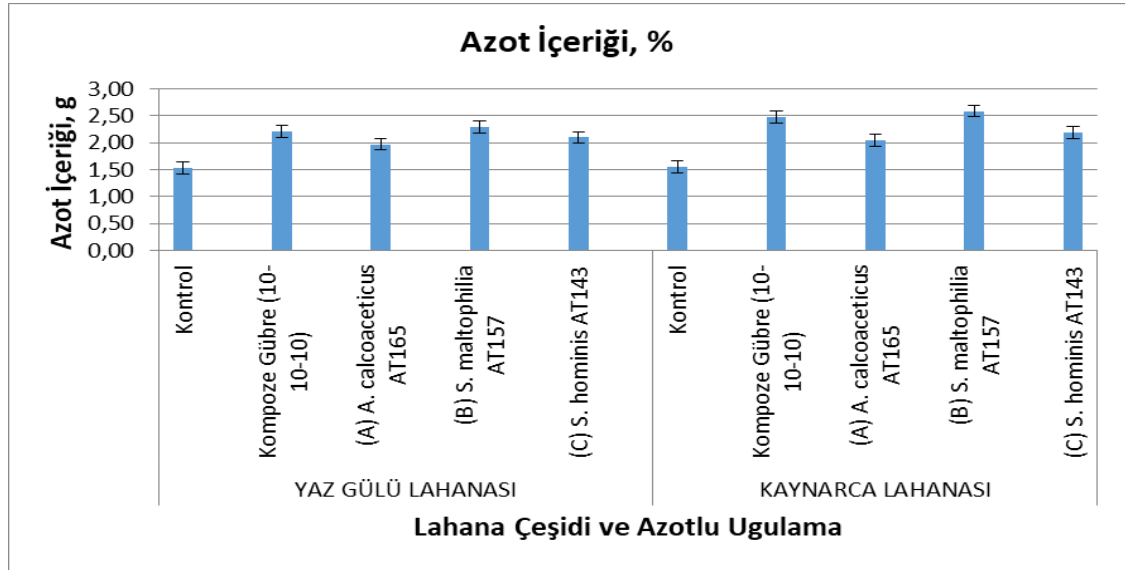
Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ortalama kuru madde miktarı (92.33 g) ve Kaynarca lahanasının ortalama kuru madde miktarı (89.62 g) olarak belirlenmiş ve lahana bitkilerinin ortalama kuru madde miktarı üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) fark göstermiştir.

Sonuçlara göre lahana bitkilerinin kuru madde miktarı dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

4.6. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın N İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılamanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin azot içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahana bitkilerinin azot miktarları arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılamanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahana bitkilerinin azot içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.4.'de ve lahana bitkilerinin azot değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.8. de verilmiştir.



Şekil 4.4. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahana bitkilerinin N içeriği üzerine etkileri.

Şekil 4.4. ve Çizelge 4.8.'e göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin azot içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar göstermiştir. Lahana bitkilerinin azot içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması ve *S. maltophilia* AT157 bakterisi en yüksek değeri göstermiş ve

aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Her bir bakteri uygulamasının lahanada bitkilerinin azot içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuş, bakteri uygulamaları arasında en yüksek N miktarı *S. maltophilia* AT157 aşılmasında ve en düşük azot miktarı *A. calcoaceticus* AT165 aşılmasında görülmüştür.

Çizelge 4.8. Lahana bitkilerinin ortalama N içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Azot Kaynağı	Azot İçeriği, %			
	Yaz Güllü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	1.53c	1.55d	1.54c	
Komoze Gübre (10-10-10)	2.21a	2.48a	2.34a	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	1.97b	2.04	2.00b	
<i>S. maltophilia</i> AT157	2.30a	2.59a	2.44a	
<i>S. hominis</i> AT143	2.10ab	2.19b	2.15ab	
ORTALAMA	2.02B	2.17A		
*: Sütunlarda Duncan testine göre p<0,05, (% 5) önem düzeyinde ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	2.147	2.332	2.233
	Std Dev:	0.132	0.233	0.179
	Std Error:	0.076	0.134	0.103

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük azot içeriği Yaz Güllü Lahanasında % 1.53 ve Kaynarca Lahanasında % 1.55 olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en yüksek azot içeriği Yaz Güllü Lahanasında % 2.30 değeri ile Kaynarca Lahanasında %2.59 değeri ile *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılmasından elde edilmiştir. Bu değerler en yakın azot içeriği Yaz Güllü ve Kaynarca lahanasında sırası ile % 2.21 ve % 2.48 Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir. *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması ve Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulaması arasında istatistiksel anlamda fark gözlenmemiştir.

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Güllü lahanasının ortalama azot içeriği (% 2.02) ve Kaynarca lahanasının ortalama azot içeriği (% 2.17) olarak

belirlenmiş ve lahanada bitkilerinin ortalama azot içeriği üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) fark göstermiştir.

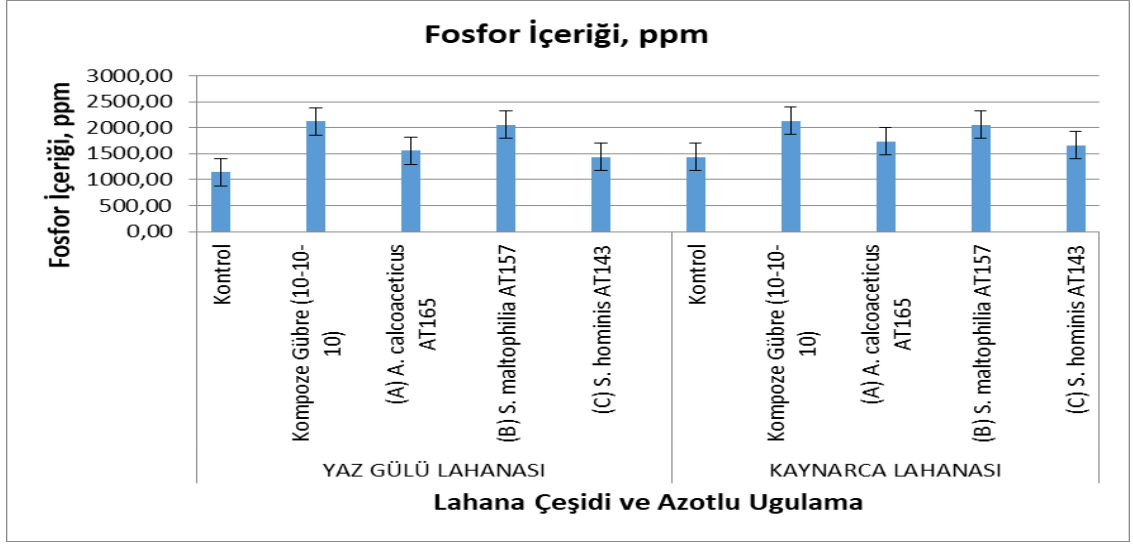
Sonuçlara göre lahanada bitkisinin azot içeriği dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

4.7. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın P İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yaz Gülü ve Kaynarca lahanada bitkilerinin fosfor içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahanada bitkilerinin fosfor miktarları arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahanada bitkilerinin fosfor içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.5.de ve lahanada bitkilerinin fosfor değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9. da verilmiştir.

Şekil 4.5. ve Çizelge 4.9.'ya göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahanada bitkilerinin fosfor içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar ve farklılıklar göstermiştir. Lahanada bitkilerinin fosfor içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması en yüksek değeri göstermiştir. Her bir bakteri uygulamasının lahanada bitkilerinin fosfor içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuştur. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek fosfor içeriği *S. maltophilia* AT157 aşılmasında ve en düşük azot miktarı *S. hominis* AT143 aşılmasında görülmüştür. Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük fosfor içeriği Yaz Gülü Lahanasında 1142 ppm ve Kaynarca Lahanasında 1431 ppm olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahana bitkilerinin P içeriği üzerine etkileri.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en yüksek azot içeriği Yaz Gülü Lahanasında 2124 ppm değeri ile Kaynarca Lahanasında 2127 ppm değeri ile Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir. Bu değerlere en yakın fosfor içeriği Yaz Gülü ve Kaynarca lahanasında sırası ile 2054 ppm ve % 2056 ppm *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması uygulamasından elde edilmiştir. *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması ve Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulaması arasında istatistiksel anlamda fark gözlenmemiştir.

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ortalama fosfor içeriği (1661 ppm) ve Kaynarca lahanasının ortalama fosfor içeriği (1802 ppm) olarak belirlenmiş ve lahana bitkilerinin ortalama fosfor içeriği üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) fark göstermiştir.

Sonuçlara göre lahana bitkisinin fosfor içeriği dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif fosforlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

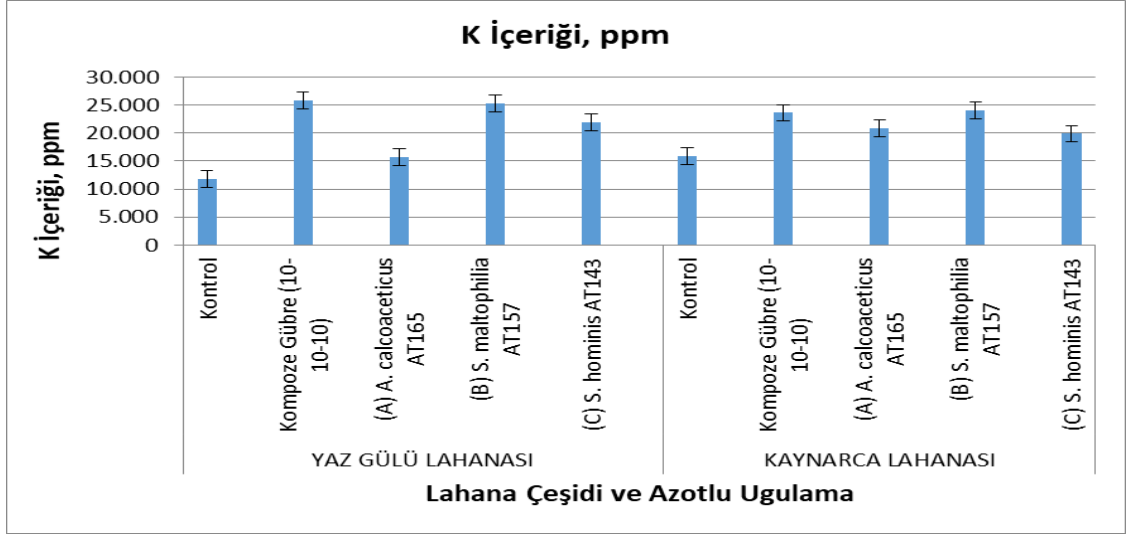
Çizelge 4.9. Lahana bitkilerinin ortalama P içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Azot Kaynağı	Fosfor İçeriği, ppm			
	Yaz Gülü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	1.142c	1.431c	1.287c	
Komoze Gübre (10-10-10)	2.124a	2.127a	2.125a	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	1.554b	1.738b	1.646b	
<i>S. maltophilia</i> AT157	2.054a	2.056a	2.055a	
<i>S. hominis</i> AT143	1.432b	1.660b	1.546b	
ORTALAMA	1.661B	1.802A		
*: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 (p<0,05) önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	1815	1911	1843
	Std Dev:	309.5	204.2	262.9
	Std Error:	178.7	117.9	151.7

4.8. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın K İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin potasyum içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahana bitkilerinin potasyum içerikleri arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahana bitkilerinin potasyum içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.6. de ve lahana bitkilerinin potasyum değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10. de verilmiştir.



Şekil 4.6. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahana bitkilerinin K içeriği üzerine etkileri.

Şekil 4.6. ve Çizelge 4.10.'ye göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin potasyum içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar ve farklılıklar göstermiştir. Lahana bitkilerinin potasyum içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması en yüksek değeri göstermiştir. Her bir bakteri uygulamasının lahana bitkilerinin potasyum içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuştur. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek potasyum içeriği *S. maltophilia* AT157 aşılmasında ve en düşük azot miktarı *S. hominis* AT143 aşılmasında görülmüştür.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük potasyum içeriği Yaz Gülü Lahanasında 11.839 ppm ve Kaynarca Lahanasında 15.839 ppm olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en yüksek potasyum içeriği Yaz Gülü Lahanasında 25.796 ppm değeri ile Kaynarca Lahanasında 24.031 ppm değeri ile Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir. Bu değerlere en yakın potasyum içeriği Yaz Gülü ve Kaynarca lahanasında sırası ile 25.311 ppm ve 23.639 ppm *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması uygulamasından elde edilmiştir. *S.*

maltophilia AT157 bakteri aşılması ve Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulaması arasında istatistiksel anlamda fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.10. Lahana bitkilerinin ortalama K içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Azot Kaynağı	Potasyum İçeriği, ppm			
	Yaz Gülü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	11.839d	15.839d	13.839d	
Komoze Gübre (10-10-10)	25.796a	24.031a	24.914a	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	15.710c	20.838c	18.274c	
<i>S. maltophilia</i> AT157	25.311a	23.639a	24.475a	
<i>S. hominis</i> AT143	21.928b	19.901b	20.914b	
ORTALAMA	20.117B	20.850A		
*: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 (p<0,05) önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	21391	21620	22144
	Std Dev:	4363	1850	2902
	Std Error:	2519	1068	1675

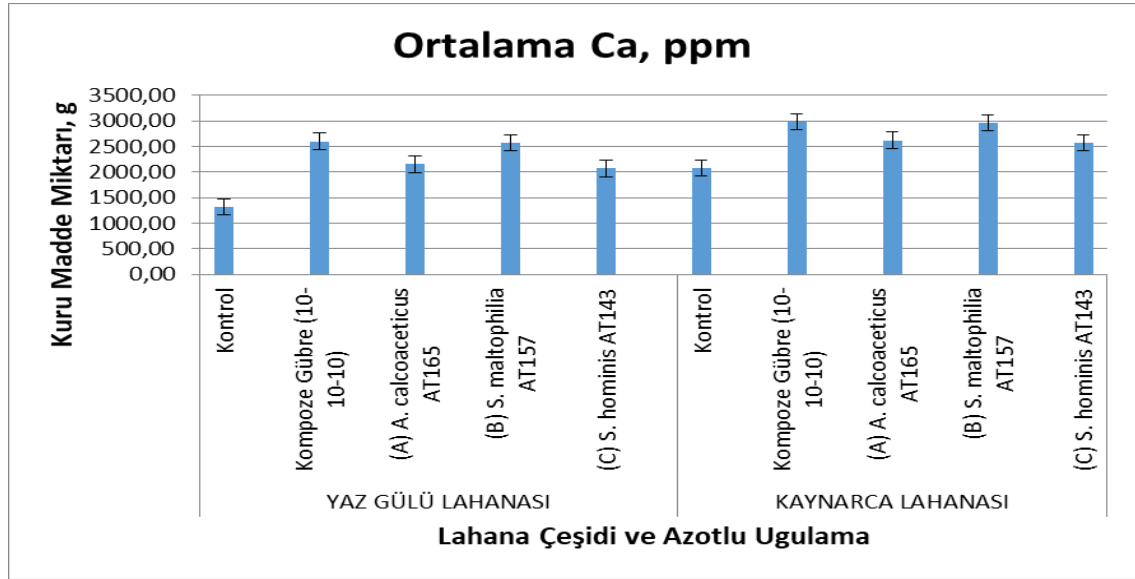
Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ortalama potasyum içeriği (20.117 ppm) ve Kaynarca lahanasının ortalama potasyum içeriği (20.850 ppm) olarak belirlenmiş ve lahana bitkilerinin ortalama potasyum içeriği üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) fark göstermiştir.

Sonuçlara göre lahana bitkisinin potasyum içeriği dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif potasyumlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

4.9. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Ca İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yaz Gülü ve Kaynarca lahanası bitkilerinin Ca içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahanası bitkilerinin Ca içerikleri arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahanası bitkilerinin Ca içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.7. de ve lahanası bitkilerinin Ca değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.11. de verilmiştir.



Şekil 4.7. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahanası bitkilerinin Ca içeriği üzerine etkileri.

Şekil 4.7. ve Çizelge 4.11.'e göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahanası bitkilerinin Ca içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar ve farklılıklar göstermiştir. Lahana bitkilerinin Ca içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması en yüksek değeri göstermiştir. Her bir bakteri

uygulamasının lahanada bitkilerinin Ca içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuştur. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Ca içeriği *S. maltophilia* AT157 aşılmasında ve en düşük azot miktarı *S. hominis* AT143 aşılmasında görülmüştür.

Çizelge 4.11. Lahanada bitkilerinin ortalama Ca içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Azot Kaynağı	Ca İçeriği, ppm			
	Yaz Gülü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	1.322c	2.075c	1.699C	
Kompozit Gübre (10-10-10)	2.599a	2.973a	2.787A	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	2.149b	2.618b	2.384B	
<i>S. maltophilia</i> AT157	2.574a	2.957a	2.766A	
<i>S. hominis</i> AT143	2.067bc	2.571b	2.319B	
ORTALAMA	2143B	2639A		
*: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 (p<0,05) önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	2.269	2.726	2.564
	Std Dev:	261	210	244
	Std Error:	151	121	141

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük Ca içeriği Yaz Gülü Lahanasında 1.322 ppm ve Kaynarca Lahanasında 2.075 ppm olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en yüksek Ca içeriği Yaz Gülü Lahanasında 2.599 ppm değeri ile Kaynarca Lahanasında 2.973 ppm değeri ile Azotlu Kompozit Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir. Bu değerlere en yakın Ca içeriği Yaz Gülü ve Kaynarca lahanasında sırası ile 2.574 ppm ve 2.957 ppm *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması uygulamasından elde edilmiştir. *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması ve Azotlu Kompozit Gübre (10-10-10) uygulaması arasında istatistiksel anlamda fark gözlenmemiştir.

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ortalama Ca içeriği (2143 ppm) ve Kaynarca lahanasının ortalama potasyum içeriği (2726 ppm)

olarak belirlenmiş ve lahana bitkilerinin ortalama Ca içeriği üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) fark göstermiştir.

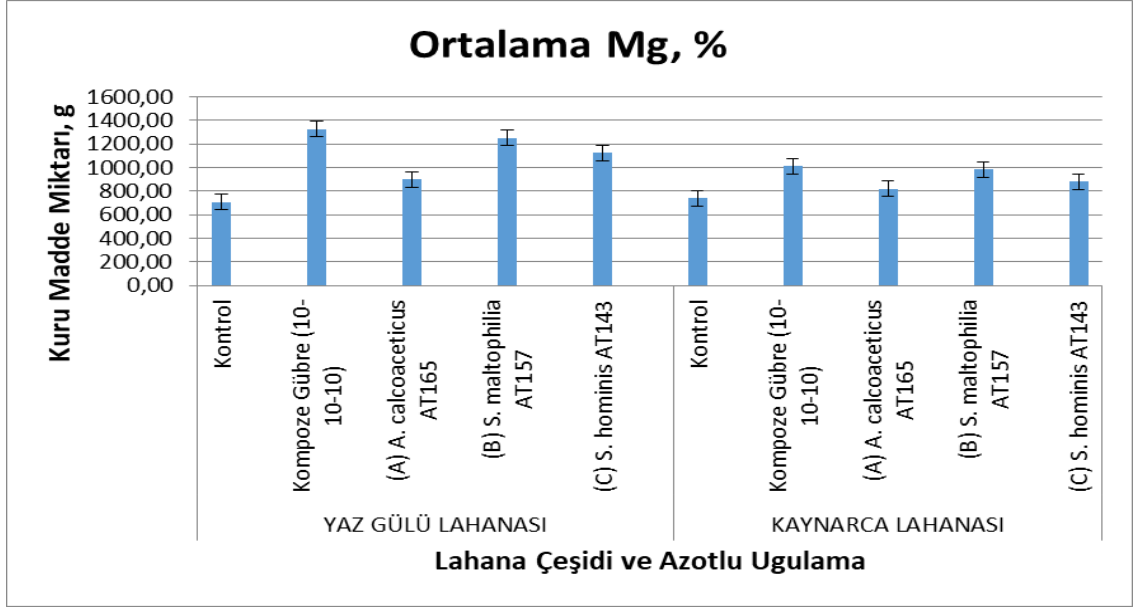
Sonuçlara göre lahana bitkisinin Ca içeriği dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif gübre olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

4.10. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Mg İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin Mg içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahana bitkilerinin Mg içerikleri arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılanmanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahana bitkilerinin Mg içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.8. de ve lahana bitkilerinin Mg değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12. de verilmiştir.

Şekil 4.8. ve Çizelge 4.12.'ye göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin Mg içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar ve farklılıklar göstermiştir. Lahana bitkilerinin Mg içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması en yüksek değeri göstermiştir. Her bir bakteri uygulamasının lahana bitkilerinin Mg içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuştur. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Mg içeriği *S. maltophilia* AT157 aşılmasında ve en düşük azot miktarı *S. hominis* AT143 aşılmasında görülmüştür.



Şekil 4.8. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahana bitkilerinin Mg içeriği üzerine etkileri.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük Mg içeriği Yaz Gülü Lahanasında 1.063 ppm ve Kaynarca Lahanasında 888 ppm olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en yüksek Mg içeriği Yaz Gülü Lahanasında 1.329 ppm değeri ile Kaynarca Lahanasında 1.013 ppm değeri ile Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir. Bu değerlere en yakın Ca içeriği Yaz Gülü ve Kaynarca lahanasında sırası ile 1.254 ppm ve 985 ppm *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması uygulamasından elde edilmiştir. *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması ve Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulaması arasında istatistiksel anlamda fark gözlenmemiştir.

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ortalama Mg içeriği (2143 ppm) ve Kaynarca lahanasının ortalama potasyum içeriği (2726 ppm) olarak belirlenmiş ve lahana bitkilerinin ortalama Mg içeriği üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) fark göstermiştir.

Çizelge 4.12. Lahana bitkilerinin ortalama Mg içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

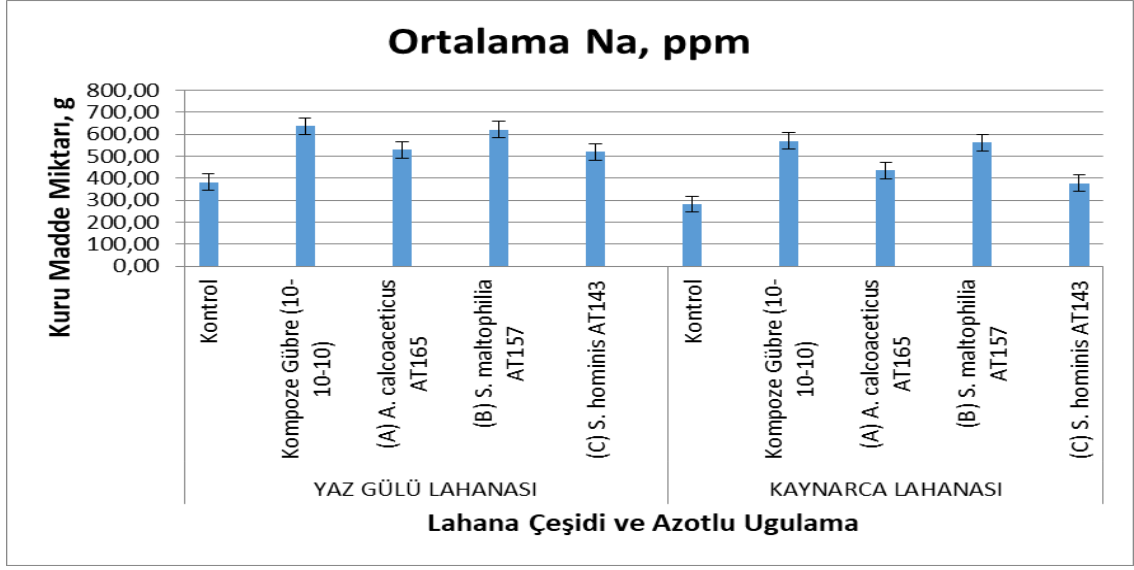
Azot Kaynağı	Mg İçeriği, ppm			
	Yaz Gülü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	706c	740b	723c	
Komoze Gübre (10-10-10)	1.329a	1.013a	1.171a	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	900b	822ab	861b	
<i>S. maltophilia</i> AT157	1.254a	985a	1.120a	
<i>S. hominis</i> AT143	1.126ab	879ab	1.002ab	
ORTALAMA	1.063A	888B		
*: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 (p<0,05) önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	1118	911	1039
	Std Dev:	195	120	159
	Std Error:	112	69	92

Sonuçlara göre lahana bitkisinin Mg içeriği dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif gübre olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

4.11. Farklı Azot Uygulamalarının Lahananın Na İçeriği Üzerine Etkileri

Farklı azot bakterileri ile aşılamanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin Na içerikleri üzerinde etkileri azot kaynaklarına bağlı olarak kontrole göre artış göstermiştir. Azotlu gübre kaynakları ile lahana bitkilerinin Na içerikleri arasında kontrole göre farklar belirlenmiş ve bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı azot bakterileri ile aşılamanın ve azotlu kimyasal kompoze gübre uygulamasının lahana bitkilerinin Na içerikleri üzerine gösterdiği değerler Şekil 4.9. da ve lahana bitkilerinin Mg değerleri arasındaki farkları gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.13. de verilmiştir.



Şekil 4.9. Farklı azot bakteri uygulamasının ve azotlu kompoze gübre uygulamasının farklı lahana bitkilerinin Na içeriği üzerine etkileri.

Şekil 4.9. ve Çizelge 4.13.'a göre farklı azot kaynaklarının Yaz Gülü ve Kaynarca lahana bitkilerinin Na içerikleri üzerine etkileri kontrole göre artışlar ve farklılıklar göstermiştir. Lahana bitkilerinin Mg içerikleri üzerine Azot kaynakları arasında Azotlu Kompoze Gübre uygulaması en yüksek değeri göstermiştir. Her bir bakteri uygulamasının lahana bitkilerinin Na içerikleri üzerine etkileri ise farklı düzeylerde olmuştur. Bakteri uygulamaları arasında en yüksek Mg içeriği *S. maltophilia* AT157 aşılmasında ve en düşük azot miktarı *S. hominis* AT143 aşılmasında görülmüştür.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en düşük Na içeriği Yaz Gülü Lahanasında 383 ppm ve Kaynarca Lahanasında 283 ppm olarak kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Azot kaynaklarının uygulanmasına bağlı olarak en yüksek Na içeriği Yaz Gülü Lahanasında 638 ppm değeri ile Kaynarca Lahanasında 571 ppm değeri ile Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasından elde edilmiştir. Bu değerlere en yakın Na içeriği Yaz Gülü ve Kaynarca lahanasında sırası ile 622 ppm ve 563 ppm *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması uygulamasından elde edilmiştir. *S. maltophilia* AT157 bakteri

aşılması ve Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulaması arasında istatistiksel anlamda fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.13. Lahana bitkilerinin ortalama Na içerikleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Azot Kaynağı	Na İçeriği, ppm			
	Yaz Gülü Lahanası	Kaynarca Lahanası	Ortalama	
Kontrol	383c	283c	333c	
Komoze Gübre (10-10-10)	638a	571a	604a	
<i>A. calcoaceticus</i> AT165	530b	435ab	483b	
<i>S. maltophilia</i> AT157	622a	563a	593a	
<i>S. hominis</i> AT143	520b	378b	449b	
ORTALAMA	538A	446B		
*: Sütunlarda Duncan testine göre % 5 (p<0,05) önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.	Mean:	562	471	532
	Std Dev:	103	121	122
	Std Error:	59	70	70

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ortalama Na içeriği (538 ppm) ve Kaynarca lahanasının ortalama potasyum içeriği (446 ppm) olarak belirlenmiş ve lahana bitkilerinin ortalama Na içeriği üzerine etkisi kontrole göre istatistiksel olarak önemli (p<0.05) fark göstermiştir.

Sonuçlara göre lahana bitkisinin Na içeriği dikkate alındığında, kompoze gübre (10-10-10) uğuldamasına alternatif gübre olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması önerilebilir.

5. TARTIŞMA

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ve Kaynarca lahanasının ortalama kuru madde, azot içeriği, fosfor içeriği, Ca, Mg, K ve Na miktarları arasında farklar belirlenmiştir. Yaz gülü lahanası Kaynarca lahanasına göre daha yüksek kuru madde miktarı göstermiştir. Kontrole göre en yüksek kuru madde, azot içeriği, fosfor içeriği, Ca, Mg, K ve Na miktarları Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulamasında gözlenirken bunu *S. maltophilia* AT157 bakterisi aşlaması takip etmiştir. Bu sonuçlara göre Niğde yöresinde lahana bitkilerinin kuru madde, azot içeriği, fosfor içeriği, Ca, Mg, K ve Na miktarları bakımından Yaz Gülü lahanasının yetiştirilmesinin ve kompoze gübre (10-10-10) uğuldamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakterisi aşlaması yapılmasının organik üretim yapılması açısından daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu konuda yapılan azotlu gübre çalışmalarında da farklı azot dozlarının (0, 15, 30, 45 kg N/da) lahana bitkisinin en yüksek veriminin 30 kg N/da uygulamasından elde edildiği, bu dozun üzerindeki uygulamaların verimde önemli bir artış sağlamadığı ifade edilmiştir (Dasgan ve Zengin, 2002),

Yadav ve ark. (2010), tarafından yapılan çalışmada da azotun lahanada bitkisinin baş sıklığını artırıldığı, aynı şekilde Ojetayo ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, azot uygulamasının, kontrol grubuna göre yaprak sayısını %30-40 artırdığını ve fotosentez ürünlerinin lahananın "baş" kısmında depolanmasını sağladığı ifade edilmiştir.

Bakteri aşlamalarının da lahana bitkisinde verim artışına sebep olduğu, IAA, siderofor, N-fiksasyonu miktarlarını artırdığını (Ahemad and Kibret, 2013), bakterisi aşlamasının, kök gelişimini teşvik ettiğini, bakterisi aşlamasının tek başına veya düşük doz kimyasal gübre ile birlikte uygulandığında kafa ağırlığına ve çapında %15-30 oranında artış gözlemlendiği belirlenmiştir (Kibar, 2020).

Lahana çeşitlerine göre PGPR bakterilerinin de farklı etki gösterdikleri lahana yetiştiriciliğinde azotlu gübre dozunu %25 oranında düşürüp, fide dikiminde bakterisi

aşılmasının lahananın kafa sertliğini (kalite), (Ahemad and Kibret, 2013; Kaur et al., 2017), kuru madde miktarını artırdığı ve üretim maliyetinin düşürdüğü ifade edilmektedir (Ahemad and Kibret, 2013). Turan et al., (2014), PGPR uygulamalarının lahanada fide gelişimini hızlandığını, kök ve gövde yaş/kuru ağırlıklarını kontrol grubuna göre %20'nin üzerinde artırdığını belirtmişlerdir. Çelik (2023), lahana bitkisine bakteri aşılmasının bitki ağırlığını artırdığını, kimyasal azotun yarısı ile birlikte kullanıldığında tam doz azotla benzer verim değerleri sağladığını, Bilen ve Yemişçi, (2022), azot fikse eden bakterilerin lahana verimini artırdığını ve kimyasal gübre ihtiyacını %25-50 oranında azalttığını rapor etmişlerdir.

Azotlu gübrelemenin lahana bitkisinin besin elemen içeriği üzerime olan etkilerini de araştıran çalışmalarda azot uygulaması arttıkça, lahananın dış ve iç yapraklarındaki toplam azot ve nitrat (NO_3^-) içeriği genellikle doğrusal bir artış gösterdiği (Daşgan ve Zengin., 2022), azotlu gübrelemenin, bitkinin genel büyüme hızını artırdığını ve kök gelişimini destekleyerek bitkinin topraktan P alma kapasitesini ve K alımını artırdıkları ifade edilmiştir (Peck, 1981).

Azotlu gübre uygulamasının bitkinin Ca^{+2} alımını teşvik ettiği, dengeli azotun Mg içeriğini artırdığı, ancak aşırı azotun Mg/N oranını bozduğu belirtilmektedir (Gelaye, 2024.).

Lahana bitkileri üzerine yapılan azotlu gübreleme çalışmalarında azotlu gübre artışı ile bitkinin doğrudan alımına bağlı olarak N içeriğinin arttığı, bitkinin P içeriğinin kök gelişimine bağlı olarak artış gösterdiği, K içeriğinin vejetatif büyüme ile artan oranlara artış gösterdiği, Ca içeriğinin amonyum antagonizması veya hızlı büyüme etkileri ile değişim gösterdiği, Mg içeriğinin klorofil sentezine bağlı olarak artış gösterdiği, Na'un düşük miktarda artış gösterdiği belirlenmiştir (Javad and Al Bayati, 2021; Gelaye, 2024. Greenwood et al., 1980; Kant et al., 2019).

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçları ile benzerlik oluşturmaktadır.

6. SONUÇAR ve ÖNERİLER

Lahana çeşitleri arasında azotlu gübre uygulamalarının Yaz Gülü lahanasının ve Kaynarca lahanasının ortalama Kuru madde, azot, fosfor, Ca, Mg, K ve Na içerikleri arasında farklar belirlenmiştir.

Kaynarca lahanası Yaz Gülü lahanasına göre daha yüksek azot, fosfor, K, Ca ve Mg içeriği göstermiştir. Yaz Gülü lahanası Kaynarca lahanasına göre daha yüksek kuru madde ve Na içeriği göstermiştir.

Bütün azotlu gübre uygulamaları içerisinde kontrole göre Azotlu Kompoze Gübre (10-10-10) uygulaması ilk sırada yer almıştır. Kompoze gübre (10-10-10) uğuldamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılması lahana bitkilerinin kuru madde, N, P, K, Ca, Mg ve Na içeriklerinde 2. sırada yer almıştır. Bu sonuçlara göre;

- Niğde yöresinde lahana bitkilerinin kuru madde, N, P, K, Ca, Mg ve Na miktarının artırılması bakımından Yaz Gülü lahanasının yetiştirilmesinin ve Kompoze gübre (10-10-10) uğuldamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılmasının yapılmasının daha uygun olacağı,
- Lahana bitkilerinin besin elementi miktarlarının artırılması bakımından Kaynarca lahanasının yetiştirilmesinin ve Kompoze gübre (10-10-10) uygulamasına alternatif azotlu gübre kaynağı olarak *S. maltophilia* AT157 bakteri aşılmasının yapılmasının daha uygun olacağı,
- Lahana bitkilerinde bakteri aşılmasının kullanımı ile kimyasal gübre kullanım miktarının azaltılacağı ve ekonomik anlamda olumlu katkı sağlayacağı,

Sonuçlarına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahemad, M., Kibret, M. 2013. Mechanisms and applications of plant growth-promoting rhizobacteria: Current perspective. Journal of King Saud University - Science. Journal of King Saud University - Science, 26(1), DOI:[10.1016/j.jksus.2013.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.05.001)
- Anonim, 2015., Niğde'nin Coğrafi Özellikleri. Niğde Valiliği, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları. ISBN: 978-605-149-644-3. Niğde
- Anonim, 2014. Niğde'nin Coğrafi Özellikleri. T.C. Niğde Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. Baskı: TEKTEN Matbaa Basın Yayın Ltd. Şti. ISBN: 978-605-149-644-3, Niğde.
- Anonim., 2025. Niğde'yi Tanıyalım. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Niğde İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://nigde.tarimorman.gov.tr/Menu/10/Nigdeyi-Taniyalim>
- Antoun, H., Prevost, D., 2005. Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. In: PGPR: Biocontrol and Biofertilization, Siddiqui, Z.A. (Ed.), Dordrecht, Germany: Springer, pp. 1-38.
- Arcos, J., Zúñiga, D., 2016. *Rizobacterias* promotoras de crecimiento de plantas con capacidad para mejorar la productividad en papa. Revista Latinoamericana De La Papa, 20(1), 18-31. <https://doi.org/10.37066/ralap.v20i1.241>
- Asghar, H., Zahir, Z., Arshad, M. and Khaliq, A., 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. Biology and Fertility of Soils, 35: 231-237.
- 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
- Baran, M., Köse, Ö.D.E., 2023. Mikrobiyal Gübreler ve Kullanım Alanları. ID: 98, 3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, Malatya, Türkiye. ISSN: 2148-127X
- Barker, A.V., Bryson, G.M. 2006. Nitrogen. Pages 21-49 in A.V. Barker, D.J. Pilbeam, eds. Handbook of plant nutrition. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Bhattacharyya, P.N., Jha D.K. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. World J Microbiol Biotechnol. 28(4):1327-50. doi: 10.1007/s11274-011-0979-9. Epub 2011 Dec 24. PMID: 22805914.
- Bilen, S., 2014. Mikrobiyal Gübrelemede Toprak Özellikleri ve Çevre Şartları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Mikrobiyal Gübre Çalıştayı. 23-24 Ekim 2014, Ilgaz Dağı Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynaklar Araş. ve Eğ. Merkezi, Kastamonu, Türkiye.
- Bilen, S., 2003. Effects of *Rhizobium* Inoculation with Different Isolates and Ages and Nitrogen Fertilizer Application with Different Doses on Dry-Matter Content, Symbiotic Properties and P Content of Beans (*Phaseolus vulgaris*) and Lentils (*Lens esculanta*). Institute of Natural and Applied Sciences, 2003, (Doktora Tezi), Erzurum, Turkey.
- Bilen, S., Ataoğlu, N., Kızıloğlu, F.T., 2002. Effects of Inoculation with *Rhizobium* Isolates and Different Dozes of Magnesium Fertilizer on Dry Matter, NO₃-N and Total Nitrogen Contents of Beans (*Phaseolus vulgaris*). International Conference on Sustainable Land Use and Management. 10-13 June 2002. Çanakkale-Turkey/

- Bilen, S., Kiziloglu, F.T., 2005. Farklı Yaşlardaki Değişik *Rhizobium* Kültürleri İle Aşılamanın ve Çeşitli Dozlardaki Azotlu Mineral Gübrelemenin Mercimek (*Lens culunaris*) Bitkisinin Simbiyotik Özellikleri Üzerine Etkileri. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül. Ş. Urfa.
- Bilen, S., Yemişçi, A., 2022. Toprakdan İzole Edilen Azot Fikse eden Bakteriler ile Aşılamanın Lahana Bitkisinin Azot ve Fosfor İçeriği Üzerine Etkileri. Yükseköğretim Kurumları Destekli Doktra Proje Sonuç Raporu, BAP.
- Canbolat, M., Bilen, S., Çakmakçı, R., Şahin, F., Aydın, A. 2006. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. *Biology and Fertility of Soils*, 42, 350-357
- Castellano-Hinojosa, A., Armato, C., Pozo, C., 2018. Alejandro Gonzalez-Martinez; Jesús González-López; New concepts in anaerobic digestion processes: recent advances and biological aspects. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018, 102, 5065-5076, doi: 10.1007/s00253-018-9039-9.
- Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü., Dönmez, M.F., 2006. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants. *J. of Plant Nutrition and Soil Science*, 170(2): 288-295.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, F., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., 2009. Organik çay yetiştiriciliği için biyolojik gübre araştırmaları. I. GAP Organik Tarım Kong. 17-20 Kasım 2009 Şanlıurfa. s, 193-201
- Çelik, Y., 2023. Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) gelişimini, verimini ve kalitesini iyileştirmede bazı rizobakterilerin etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi (AÇÜOFD)*; 24(1):113-8.
- Daşgan, H. Y., Zengin, V., 2022., Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Yetiştiriciliğinde Organomineral Gübrelerin Verim ve Kaliteye Etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8(3), 402-413. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1120661>
- Demiralay, İ., 1993, Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniv, Ziraat Fak, Yay, No:143, Erzurum,
- Diaz P.R., De Gerónimo, E., Borrajo, M.P., Labarthe, M.M., Martino, M.V., Creus, C.M., Maroniche, G.A., 2025. Co-assembly of Azospirillum-Pseudomonas biofilms in the rhizosphere enhances lettuce root colonization, growth, and heat-stress resilience. *FEMS Microbiol Ecol*. Nov 11;101(12):fi113. doi: 10.1093/femsec/fi113. PMID: 41258866; PMCID: PMC12671052.
- Dursun, A., Ekinci, M., Dönmez, M.F., 2010 Effects of foliar application of plant growth promoting bacterium on chemical contents, yield and growth of tomato *Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Pakistan Journal of Botan*, 42(5): 3349-3356.
- Fuga, C.A.G., Caixeta, G.A.N., Caixeta, C.F., Melo, I.S.deM., 2023. Promoção de crescimento no milho (*Zea mays* L.) por *Bacillus aryabhattai* cepa CMAA 1363. *Agrária-Revista Brasileira De Ciências Agrárias*, 18(3), e3340. <https://doi.org/10.5039/agraria.v18i3a3340>
- 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,

- Gelaye Y.A., 2024. Systematic Review on Effects of Nitrogen Fertilizer Levels on Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Production in Ethiopia. Scientific World Journal. Apr 30;2024:6086730. doi: 10.1155/2024/6086730. PMID: 38715843; PMCID: PMC11074857.
- Ghorbani, R., Koocheki, A., Jahan, M., Asadi, G. A., 2008. Impact of organic amendments and compost extracts on tomato production and storability in agroecological systems. *Agronomy for sustainable development*, 28(2), 307-311. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1051%2Fagro%3A2008003.pdf>
- Goh, T.B., Arnaud, R.J., St. Mermut, R., 1993, Soil Sampling and Methods of Analysis, Chapter 20 Carbonates, Edited by Martin R, Carter, Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, USA, p:177-185,
- Greenwood, D.J., Cleaver, T.J., Turner, M.K., Hunt, J., Niendorf, K.B., Loquens, S.M.H., 1980. Comparison of the effects of nitrogen fertilizer on the yield, nitrogen content and quality of 21 different vegetable and agricultural crops. *The Journal of Agricultural Science*. 95(2):471-485. doi:10.1017/S0021859600039514
- Gürğün, V., Halkman, A.K., 1988. Mikrobiyolojide sayım yöntemleri, Gıda Teknolojisi. Derneği Yay. No:7, San Matbaası, Ankara.
- Hadas, A., Kautsky, L., Goek, M., Kara, E.E., 2004. Rates of decomposition of plant residues and available N in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover, *Soil Biology and Biochemistry*. 36, 255-266.
- Handershot, W.H., Lalonde, 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, Lewis Publishers, USA, p:141-145,
- Huang, Y.Y., Wu, Z.S., He, Y.H., Ye, B.C., Li, C., 2017. Rhizospheric *Bacillus subtilis* exhibits biocontrol effect against *Rhizoctonia solani* in pepper (*Capsicum annuum*). *BioMed Research International*, 9397619. 10.1155/2017/9397619
- Jawad H., AL-Bayati, M., 2021. Effect of Nitrogen and Organic Fertilization on Growth and Yield of Two Cabbage Varieties *Brassica oleracea* Var. *Capitata*. *NTU Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 1,1,21-28. <https://doi.org/10.56286/ntujavs.v1i1.123>.
- Kacar, B., 2014. Bitki, Toprak ve Gübre Analizleri 2, Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No:910, Ankara.
- Kant, K., Singh, Prasad, V.M., 2019. Effect of Microbes and Fertilizers on Growth and Yield of Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Vol 8, Number 12.
- Kaur, K., Chawla, N., Khanna, V., 2017. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on germination, antioxidant enzymes and fruit quality in brinjal (*Solanum melongena* L.). *Indian Journal of Agricultural Biochemistry*, 30(1):103, doi:10.5958/0974-4479.2017.00016.8
- Kızıloğlu F.T., Bilen S., Ataoğlu N., 2001. *Azotobacter chroococcum* İle Aşılamanın ve Çeşitli Düzeylerde Azot Gübrelemesinin Mısırın (*Zea Mays* L.) Kök Üstü/Kök Kuru Madde Miktarı Oranına, Karbonhidrat ve Protein İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (3), 215-221, Erzurum.
- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., 1997., Toprak Mikrobiyolojisi Laboratuvar Uygulamaları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak, Yayınları No:193, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, Erzurum,

- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., Ataoğlu, N., 1998b. Effect of microbial inoculation and chemical fertilizer on protein, carbohydrate and shoot/root dry matter ratio of corn (*Zea mays* L.) plant. M. Şefik Yeşilsoy Int. Symp. On Arid Region Soils. SSST, ISSS. 21-24 September, Menemen, İzmir, Turkey, p:236-243.
- Kızıloğlu, F.T., Bilen, S., Ataoğlu, N., 1998a. Çeşitli Mısır bitkilerinin kök, gövde ve yaprak kuru madde miktarları ve NO₃ azotu içeriği üzerine *Azotobacter chroococcum* kültürleri ile aşılamanın ve azotlu kimyasal gübrelemenin etkisi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi 14-18 Eylül Bildiri Kitabı, Erzurum, s:1326-1337.
- Kibar, B. 2020. Mikrobiyal Gübre Uygulamasının Marul ve Beyaz Baş Lahanada Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6(3), 389-398. doi: 10.24180/ijaws.801698
- Kilic, E., Bilen, S., Turan, M., Sahin, F., 2004. Effects Of Organic And Chemical Fertilizers on Yield And Yield Parameters of Bean (*Phaseolus Vulgaris*) International Soil Congress (ISC) on “Natural Resource Management for Sustainable Development” June 7-10, H.5, s: 32-38, Erzurum-Turkey
- Kiziloglu, F.T, Bilen, S, 2004. Topraktan ve Yapraftan Uygulanan Azotlu Gübrelemenin ve *Azotobacter* sp. İzolatı İle Aşılamanın Buğday Bitkisinin Kuru Madde Miktarı ve Toplam Azot İçeriği Üzerine Etkisi. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım Sanayi Çevre. 11-13 Ekim, Biyogübreler, s: 945-952. Tokat.
- Klement, Z., Rudolph, K., Sands, D.C., 1990. Methods in phytobacteriology. Academia Kiado, Budapest.
- Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M., Schroth, M.N., 1980. Enhanced plant growth promoting rhizobacteria, Nature, 286 (5776), 883-885. <https://doi.org/10.1038/286885a0>
- 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,
- Küçük, Ç., Güler, İ., 2009. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bazı Biyokontrol Mikroorganizmalar Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Eski adı: OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi), 7 (1): 30-42.
- Lane, D.J., 1991. 16S/23S rRNA sequencing. In. E. Stackebrandt, M. Goodfellow (Eds.), Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics, John Wiley & Sons, pp. 115-176.
- Li, X., Geng, X., Xie, R., Fu, L., Jiang, J., Gao, L., Sun, J., 2016. The endophytic bacteria isolated from elephant grass (*Pennisetum purpureum Schumach*) promote plant growth and enhance salt tolerance of *Hybrid Pennisetum*. Biotechnol Biofuels 9: 190-213.
- Louden, B.C., Haarmann, D., Lynne, A.M., 2011. Use of blue agar CAS assay for siderophore detection. J. of Microbiology and Biology Education, 12(1): 51-53.
- Mc Gill, W.B., Figueiredo, C.T., 1993. Total nitrogen, Chapter 22, Soil Sampling and Methods of Analysis, Edited by: Martin R, Carter, Canadian Society of Soil Sci, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 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

- MGM., 2025. 1998 - 2025 Yılları Arası Niğde İli Resmi İklim İstatistikleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=NIGDE>
- Mukhopadhyay, R., Rosen, B. P., Phung, L. T., Silver, S., 2002. Microbial arsenic: from geocycles to genes and enzymes. FEMS Microbiol. Rev. 26, 311–325. doi: 10.1016/S0168-6445(02)00112-2
- Ojetayo, A.E., Ahmad, M., Khurshid, I., et al., 2011. Effect of Fertilizer Types on Nutritional Quality of Two Cabbage Varieties before and after Storage. Journal of Applied Biosciences, 48, 3322-3330.
- 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,
- Peck, N.H. 1981., Cabbage plant responses to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. Better Crops with Plant Food. Agronomy journal, Volume 73 Issue 4 Pagination. 679 - 684 ISSN 0002-1962
- 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, L.M., Alatossava, T., 2008. Effect of copper supplement on growth and viability of strains used as starters and adjunct cultures for Emmental cheese manufacture. Journal of Applied Microbiology. 105: 1098-1106.
- Saygılı, H., 1995. Fitobakteriyoloji, Ege Üni.Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Ders Kitabı, Doğruluk Matbaası, Bornova-İzmir.
- Saygılı, H., Şahin, F., Aysan, Y., 2006. Fitobakteriyoloji Kitabı, s: 59,60.
- Saygılı, Y.S., Çakmak, B., 2021. Niğde İli ve İlçelerindeki Tarımsal Yapı, Üretim Özellikleri ve Mekanizasyon Durumunun İncelenmesi. Cilt: 17 Sayı: 3, 101 - 117, 27.12.2021
- Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni, M., Hemmat, A., 2002. Effects of Farmyard Manure and Tillage Systems on Soil Physical Properties and Corn Yield in Central Iran. Soil and Tillage Research 68, 101-108.
- 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 Agriculture and Human Resource. Library of Congress, Number 87-106109, 1-2.
- SPSS, 2010. SPSS 17.0 for windows evaluation version, SPSS Inc., Illinois, USA.
- Taban, S., Turan M., 2012. Organik Tarımda Bitki Besleme Yönetimi. Bitki Besleme, Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim. GÜBRET AŞ Rehber Kitaplar Dizisi, Ed: Karaman, M.R., Dumat Ofset Matbaası, I. Baskı, Yay No: 14021, ISBN: 978-605-87103-2-0.
- 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,
- Turan, M., Ekinci, M., Yildirim, E., Güneş, A., Karagöz, K., Kotan, R., Dursun, A. 2014. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. Turk J Agric For., 38: 327-333.
- Urashima, Y., Hori, K., 2003. Selection of PGPR which promotes the growth of spinach. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutritio, 74: 157-162.

- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yay., Genel Yayın No:209, Teknik Yayınlar No:209, Teknik Yayınlar No:T.66, Ankara.
- 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
- Vincent, J.M., 1970 A manual for the practical study of root-nodule bacteria. Burgess, Oxford
- Vukicevich, E., Lowery, T., Bowen, P., Úrbez-Torres, J.R., Hart, M., 2016. Cover crops to increase soil microbial diversity and mitigate decline in perennial agriculture. A review. Agronomy for sustainable development, 36(3), 48. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-016-0385-7>
- Vyas P, Gulati A., 2009. Organic acid production in vitro and plant growth promotion in maize under controlled environment by phosphate-solubilizing fluorescent *Pseudomonas*. BMC Microbiol. Aug 22;9:174. doi: 10.1186/1471-2180-9-174. PMID: 19698133; PMCID: PMC2738680.
- Wani, S.A., Chand, S., Ali, T., 2013. Potential Use of *Azotobacter chroococcum* in Crop Production: An Overview. Curr Agri Res., 1(1):35-38. doi : <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.1.1.04>
- Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M., Lorito, M., 2006. The Molecular Biology Of The Interactions Between *Trichoderma* spp., Phytopathogenic Fungi, and Plants. Phytopathology, 96:181–185.
- Yadav, V.S., Yadav, B.D., Sharma, Y.K., 2010. Effect of NICAST (organic manure) in comparison to recommended doses of manure and fertilizers in cabbage. South Indian Horticulture, 49, Pp. 157–159.
- Yakkou, L., Houida, S., Bilen, S., Okyay Kaya, L., Raouane, M., Amghar, S., El Harti, A., 2022. Assessment of earthworm (*Aporrectodea molleri*)’s coelomic fluid-associated bacteria on different plant growth-promoting traits and maize germination and seedling growth. Biocatalysis and Agricultural Biotech. 42, 10234.
- 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.
- Yildirim, E., Turan, M., Ekinçi, M., Dursun, A., Cakmakçı, R., 2011. Plant growth promoting rhizobacteria ameliorate deleterious effect of salt stress on lettuce. Scientific Research and Essays, 6(20): 4389-4396.
- 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.
- Zaman, W., Amin, A., Khalil, A.A.K., Akhtar, M.S., Ali, S. 2025. Plant–Microbe Interactions for Improving Postharvest Shelf Life and Quality of Fresh Produce Through Protective Mechanisms. Horticulturae, 11, 732. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11070732>

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Çüngüş'te doğdu. İlköğretimini ve Ortaöğretimini Çüngüş'te tamamladı. 2005 yılında girdiği Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2007-2008 güz döneminde Erasmus öğrenci değişimi programı ile Almanya University of Applied Science, Neubrandenburg ta 1 semester eğitim öğretim dönemini sürdürdü. 2009 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Mühendisleri Programlarını birinci olarak tamamladı. Aynı yıl Harran Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümünde yüksek lisansa başladı. 2010 yılında Yüksek Lisans tez çalışmaları ile ilgili olarak YÖK bursu ile Universität für Bodenkultur, Vienna (Viyana Ziraat Üniversitesinde) 3 ay boyunca çalışmalarda bulundu. 2011 yılında Harran Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalında yüksek lisansını tamamladı. Yüksek lisansını başarıyla tamamladıktan sonra 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bilimi ve bitki besleme anabilim dalında doktora eğitimine başladı. 2013- 2014 yılında doktora tez döneminde 1 yıllık YÖK doktora araştırma bursu ile doktora tezi ile ilgili olarak Helmholtzzentrum münchen, Almanya (Alman çevre sağlığı araştırma merkezinde) çalışmada bulundu. 2009 yılından beri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.