

**T.C.  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARIMSAL BİLİMLER ANABİLİM DALI**

**AZOT FİKSE EDEN ASEMBİYOTİK BAKTERİLERİN MISIR  
TARIMINDA, TOPRAKTA VE BİTKİDE BESİN MADDELERİ  
İÇERİKLERİNE VE BAZI AGRONOMİK ÖZELLİKLER  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Özkan YARDIMCI**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YENER**



**MANİSA-2019**

**ÖZKAN  
YARDIMCI**

**AZOT FİKSE EDEN ASEMBİYOTİK BAKTERİLERİN MISIR TARIMINDA, TOPRAKTA  
VE BİTKİDE BESİN MADDELERİ İÇERİKLERİNE VE BAZI AGRONOMİK  
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ**

**2019**

## TEZ ONAYI

Özkan YARDIMCI tarafından hazırlanan "Azot Fikse Eden Asembiyotik Bakterilerin Mısır Tarımında Toprakta ve Bitkide Besin Maddeleri İçeriklerine ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi "adlı tez çalışması xx/xx/xxxx tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Bilimler Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS** olarak başarı ile savunulmuştur.

<b>Danışman</b>	<b>Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YENER</b> Manisa Celal Bayar Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Prof. Dr. Emin ONAN</b> Manisa Celal Bayar Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Doç. Dr. Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU</b> Ege Üniversitesi	.....

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Bilimler Anabilim Dalı'ndaki, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Özkan YARDIMCI**



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	I
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	IV
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	V
<b>TABLO DİZİNİ</b> .....	VII
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	VIII
<b>ÖZET</b> .....	IX
<b>ABSTRACT</b> .....	XI
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	6
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEMLER</b> .....	24
<b>3.1. Materyal</b> .....	24
<b>3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı</b> .....	24
<b>3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri</b> .....	26
<b>3.1.3. Deneme Toprağının Özellikleri</b> .....	27
<b>3.1.4. Denemede Kullanılan Biyogübrenin Özellikleri</b> .....	29
<b>3.1.5. Denemede Kullanılan Test Bitkisinin Özellikleri</b> .....	29
<b>3.1.6. Denemede Kullanılan Kimyasal Gübreler</b> .....	30
<b>3.2. Yöntem</b> .....	30
<b>3.2.1. Tarla Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi</b> .....	30
<b>3.2.2. Toprak ve Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması</b> .....	41
<b>3.2.3. Toprak ve Bitki Örneklerinin Analizinde Kullanılan Fiziksel ve Kimyasal Yöntemler</b> .....	41
<b>3.2.4. Sulama Suyu Analizlerinde Kullanılan Yöntemler</b> .....	44
<b>3.2.5. Verim ve Agronomik Özellikleri Belirleme Yöntemleri</b> .....	44
<b>3.2.6. İstatistiksel Yöntemler</b> .....	47
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	48
<b>4.1. Biyogübre Uygulamasının Toprakların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri</b> .....	48

4.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH) Üzerine Etkileri.....	48
4.1.2. Toprak Tuzluluğu (EC) Üzerine Etkileri.....	50
4.1.3. Toprakta Organik Madde Üzerine Etkileri.....	52
4.1.4. Toprakta Toplam-N Üzerine Etkileri.....	53
4.1.5. Toprakta NH <sub>4</sub> -N Üzerine Etkileri.....	55
4.1.6. Toprakta NO <sub>3</sub> -N Üzerine Etkileri.....	56
4.1.7. Toprakta Alınabilir-P Üzerine Etkileri.....	58
4.1.8. Toprakta Alınabilir-K Üzerine Etkileri.....	59
4.1.9. Toprakta Alınabilir-Ca Üzerine Etkileri.....	60
4.1.10. Toprakta Alınabilir-Mg Üzerine Etkileri.....	62
4.1.11. Toprakta Bazı Alınabilir Mikro Besin Maddeleri (Fe, Zn, Mn, Cu) Üzerine Etkileri.....	63
4.2. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinde Yaprakların Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkileri.....	67
4.3. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkileri.....	75
4.3.1. Biyogübre Uygulamasının Bitki Boyu Üzerine Etkisi.....	76
4.3.2. Biyogübre Uygulamasının İlk Koçan Yüksekliği Üzerine Etkisi.....	77
4.3.3. Biyogübre Uygulamasının Bitkide Sap Kalınlığı Üzerine Etkisi.....	78
4.3.4. Biyogübre Uygulamasının Koçan Boyu Üzerine Etkisi.....	79
4.3.5. Biyogübre Uygulamasının Koçan Çapı Üzerine Etkisi.....	80
4.3.6. Biyogübre Uygulamasının Koçandaki Sıra Sayısı Üzerine Etkisi.....	81
4.3.7. Biyogübre Uygulamasının Koçanda Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi....	82
4.3.8. Biyogübre Uygulamasının Tek Koçan Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	83
4.3.9. Biyogübre Uygulamasının Bin Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	84
4.3.10. Biyogübre Uygulamasının Tane Verimi Üzerine Etkisi.....	85
4.4. Biyolojik Gübre Uygulamasının Toprak Fizikokimyasal Özelliklerine Etkisinin Genel Olarak Değerlendirilmesi.....	86
4.5. Biyolojik Gübre Uygulamasının Bitkide Besin Maddesi Miktarı Üzerine Etkisinin Genel Olarak Değerlendirilmesi.....	89

<b>4.6. Biyolojik Gübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkisinin Genel Olarak Değerlendirilmesi.....</b>	<b>92</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>95</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>98</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>106</b>
<b>EK A. Biyogübre Uygulamasının Toprakların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri.....</b>	<b>106</b>
<b>EK B. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinde Yaprakların Besin Maddesi İçerikleri ve Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkileri.....</b>	<b>116</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>121</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>PGPR</b>	Plant growth promoting rhizobacteria (Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterisi)
<b>DAP</b>	Diamonyum fosfat
<b>DTPA</b>	Diethylene triamine penta acetic acid
<b>TEA</b>	Trietanolamin
<b>EDTA</b>	Etilendiamin tetra asetik asit
<b>SAR</b>	Sodium adsorption ratio (Sodyum adsorpsiyon oranı)
<b>LG</b>	Limagrin
<b>SPSS</b>	Statistics programme for social scientists (sosyal bilimciler için istatistik program)
<b>ANOVA</b>	Analysis of variance (Varyans analizi)
<b>MANOVA</b>	Multiple analysis of variance (Çok değişkenli varyans analizi)
<b>NPK</b>	Azot, Fosfor, Potasyum
<b>BG</b>	Biyolojik gübre
<b><math>\mu\text{S cm}^{-1}</math></b>	Elektriksel geçirgenlik birimi (mikro Siemens /santimetre)
<b>pH</b>	Toprak Reaksiyonu
<b><math>\text{NO}_3\text{-N}</math></b>	Nitrat azotu
<b><math>\text{NH}_4\text{-N}</math></b>	Amonyum azotu
<b>EC</b>	Electrical Conductivity (Elektriksel iletkenlik)
<b>kob</b>	Koloni oluşturan birim
<b><math>^{\circ}\text{C}</math></b>	Santigrad (Sıcaklık birimi)
<b>mm</b>	Milimetre
<b>ml</b>	Mililitre
<b>g</b>	Gram
<b>kg</b>	Kilogram
<b>ha</b>	Hektar
<b>mg</b>	Miligram
<b>L</b>	Litre



Şekil 3.1. Tarla Deneme Alanının Google Earth Yardımıyla Elde Edilen Görüntüsü.....	26
Şekil 3.2. Kimyasal Gübre Uygulaması ve Kültivatör ile Karıştırılması.....	33
Şekil 3.3. Tohumların Ekilmesi.....	34
Şekil 3.4. Biyogübrenin Hazırlanması.....	35
Şekil 3.5. Biyogübrenin Kök Bölgesine Uygulanması.....	36
Şekil 3.6. Test Bitkilerinin Çıkış Sonrası Görüntüsü.....	37
Şekil 3.7. Tekleme Zamanında Bitkilerin Görüntüsü.....	38
Şekil 3.8. Test Bitkilerinin 5-6 Yaprak Olduğu Dönemin Görüntüsü.....	38
Şekil 3.9. Test Bitkilerinin Koçan Bağlama Dönemi.....	39
Şekil 3.10. Hasada Yakın Test Bitkilerinin Görüntüsü.....	40
Şekil 3.11. Hasattan Görüntüler.....	45
Şekil 4.1. Biyogübre Uygulamasının Toprak Reaksiyonu Üzerine Etkisi.....	50
Şekil 4.2. Biyogübre Uygulamasının Toprakta EC Değeri ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	52
Şekil 4.3. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Organik Madde (%) Üzerine Etkisi.....	53
Şekil 4.4. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Toplam-N (%) Miktarı Üzerine Etkisi.....	54
Şekil 4.5. Biyogübre Uygulamasının Toprakta $\text{NH}_4\text{-N}$ ( $\text{mg azot } 100 \text{ g}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	56
Şekil 4.6. Biyogübre Uygulamasının Toprakta $\text{NO}_3\text{-N}$ ( $\text{mg azot } 100 \text{ g}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	57
Şekil 4.7. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	59
Şekil 4.8. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	60
Şekil 4.9. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	61
Şekil 4.10. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	63
Şekil 4.11. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	65
Şekil 4.12. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	66
Şekil 4.13. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	66
Şekil 4.14. Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	67
Şekil 4.15. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Azot İçeriğine Etkisi.....	69
Şekil 4.16. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Fosfor İçeriğine Etkisi.....	69
Şekil 4.17. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Potasyum İçeriğine Etkisi.....	70
Şekil 4.18. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Kalsiyum İçeriğine Etkisi.....	71
Şekil 4.19. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Magnezyum İçeriğine Etkisi.....	72

<b>Şekil 4.20.</b> Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Demir İçeriğine Etkisi.....	73
<b>Şekil 4.21.</b> Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Çinko İçeriğine Etkisi.....	73
<b>Şekil 4.22.</b> Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Mangane İçeriğine Etkisi.....	74
<b>Şekil 4.23.</b> Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bakır İçeriğine Etkisi.....	75
<b>Şekil 4.24.</b> Biyogübre Uygulamasının Bitki Boyu Üzerine Etkisi.....	77
<b>Şekil 4.25.</b> Biyogübre Uygulamasının İlk Koçan Yüksekliği Üzerine Etkisi.....	78
<b>Şekil 4.26.</b> Biyogübre Uygulamasının Bitkide Sap Kalınlığı Üzerine Etkisi.....	79
<b>Şekil 4.27.</b> Biyogübre Uygulamasının Koçan Boyu Üzerine Etkisi.....	80
<b>Şekil 4.28.</b> Biyogübre Uygulamasının Koçan Çapı Üzerine Etkisi.....	81
<b>Şekil 4.29.</b> Biyogübre Uygulamasının Koçandaki Sıra Sayısı Üzerine Etkisi.....	82
<b>Şekil 4.30.</b> Biyogübre Uygulamasının Koçanda Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	83
<b>Şekil 4.31.</b> Biyogübre Uygulamasının Tek Koçan Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	84
<b>Şekil 4.32.</b> Biyogübre Uygulamasının Bin Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	85
<b>Şekil 4.33.</b> Biyogübre Uygulamasının Tane Verimi Üzerine Etkisi.....	86

**TABLO DİZİNİ****Sayfa**

<b>Tablo 3.1.</b> Deneme Toprağının Sınıf Özellikleri.....	24
<b>Tablo 3.2.</b> Alaşehir İlçesine ait 12 Aylık Hava Durumu Ortalamaları.....	27
<b>Tablo 3.3.</b> Tarla deneme toprağının bazı fizikokimyasal özellikleri.....	27
<b>Tablo 3.4.</b> Toprak Örneklerinin fizikokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	28
<b>Tablo 3.5.</b> Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kalite Özellikleri.....	28
<b>Tablo 3.6.</b> Tarla Denemesi Uygulama Konuları ve Dozları.....	31
<b>Tablo 3.7.</b> Tarla Deneme Deseni.....	32
<b>Tablo 4.1.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprak Reaksiyonu Üzerine Etkisi.....	50
<b>Tablo 4.2.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta EC Değeri ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	51
<b>Tablo 4.3.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Organik Madde (%) Üzerine Etkisi.....	53
<b>Tablo 4.4.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Toplam-N (%) Miktarı Üzerine Etkisi.....	54
<b>Tablo 4.5.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg azot 100 $\text{g}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	55
<b>Tablo 4.6.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg azot 100 $\text{g}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	57
<b>Tablo 4.7.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-P (mg $\text{kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	58
<b>Tablo 4.8.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-K (mg $\text{kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	60
<b>Tablo 4.9.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Ca (mg $\text{kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	61
<b>Tablo 4.10.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Mg (mg $\text{kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.....	62
<b>Tablo 4.11.</b> Biyogübre Uygulamasının Toprakta Bazı Alınabilir Mikro Besin maddeleri (Fe, Zn, Mn, Cu) üzerine etkisi (mg $\text{kg}^{-1}$ ).....	64
<b>Tablo 4.12.</b> Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi.....	68
<b>Tablo 4.13.</b> Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkisi.....	76
<b>Tablo EK A.1.</b> Ele Alınan Konuların 1. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki İki Yönlü MANOVA Varyans Analiz Tablosu.....	106
<b>Tablo EK A.2.</b> Ele Alınan Konuların 2. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki İki Yönlü MANOVA Varyans Analiz Tablosu.....	107
<b>Tablo EK A.3.</b> Ele Alınan Konuların 1. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki Tek Yönlü ANOVA Varyans Analiz Tablosu.....	108
<b>Tablo EK A.4.</b> Ele Alınan Konuların 2. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki Tek Yönlü ANOVA Varyans Analiz Tablosu.....	112
<b>Tablo EK B.1.</b> İncelenen Konuların Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Ve Besin İçeriği Üzerindeki İki Yönlü MANOVA Varyans Analiz Tablosu.....	116
<b>Tablo EK B.2.</b> İncelenen Konuların Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Ve Besin İçeriği Üzerindeki Tek Yönlü ANOVA Varyans Analiz Tablosu.....	117

## TEŞEKKÜR

Öncelikle Yüksek lisans eğitiminin tüm aşamalarında, teorik ve pratik bilgi ve deneyimi ile özellikle tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi ve modern bilimsel yöntemler eşliğinde tamamlanması aşamalarında, büyük bir sabırla beni destekleyen ve katkılar sunan değerli yüksek lisans danışman hocam Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YENER**'e,

Denememin planlanması, yürütülmesi ve laboratuvar çalışmalarında, emeği geçen değerli hocam Sayın **Doç. Dr. Hüseyin Hüsnü KAYIKÇIOĞLU**'na,

Denememin yaprak analizleri aşamasında laboratuvar çalışmalarında bana yardımlarını esirgemeyen **Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN**'a,

Yüksek lisans eğitimin süresince, maddi ve manevi her türlü desteği benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan annem **Elif YARDIMCI**, babam **Necati YARDIMCI**, eşim **Yıldız YARDIMCI** ve ağabeylerim **Ayhan ve Ceyhan YARDIMCI**'ya,

**çok teşekkür ederim.**

Özkan YARDIMCI

Manisa, 2019

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

### Azot Fikse Eden Asembiyotik Bakterilerin Mısır Tarımında Toprakta ve Bitkide Besin Maddeleri İçeriklerine ve Bazı Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi

Özkan YARDIMCI

Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Bilimler Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YENER

Tarımsal üretimin artırılması amacıyla, her geçen gün daha fazla kimyasal gübre kullanılmaktadır. Artan oranlarda kullanılan kimyasal gübreler toprak kalitesini bozmakta, çevreyi kirletmekte ve tarımsal üretimde sürdürülebilirliği azaltmaktadır. Bu durum, bitki besleme yönetiminde yeni stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Toprakta biyoçeşitliliği artırarak bitki beslenmesine katkıda bulunmak, bu stratejiler içerisinde en önemlisidir. Bu amaçla planlanan tez çalışmasında, asembiyotik yolla havanın serbest azotunu (N<sub>2</sub>) bağlayan mikroorganizmalardan oluşan (*Azospirillum* sp., *Azorhizobium* sp. ve *Azoarcus* sp.) ticari bir biyolojik gübrenin mısır yetiştiriciliğinde, toprağın ve bitkinin besin maddesi içerikleri ile mısırın verim ve bazı agronomik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Deneme 2015 yılında, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu uygulama arazisinde, tesadüf blokları deneme deseninde ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede, biyolojik gübre 2 doz (0 - 0.5 g ha<sup>-1</sup>) ve azotlu gübre 3 doz (0 - 125 - 250 kg ha<sup>-1</sup>) olarak uygulanmıştır. Biyolojik gübre uygulanmadan önce ve hasat döneminde iki kez toprak örnekleri, püskülleme döneminde yaprak örnekleri alınarak gerekli analizler yapılmış ve tam olum döneminde hasat edilerek verim ve bazı agronomik özellikler belirlenmiştir.

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiksel analizinde; biyolojik gübre ve farklı doz azot uygulamalarının birinci dönemde toprak elektriksel geçirgenliği

(EC) ve  $\text{NO}_3\text{-N}$ , ikinci dönemde toprakta alınabilir-Mn, bitkide demir (Fe) ve bakır (Cu), agronomik özelliklerden koçan çapı, ilk koçan yüksekliği ve sap kalınlığı üzerine olan etkileri önemli bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunmasa da tane verimi biyolojik gübre uygulamaları ile artış göstermiştir. Uygulanan biyolojik gübre içerisindeki mikroorganizmalar azot fiksasyonu yanında, siderofor (microbial siderophor) salgılayarak topraktaki Fe mikro besin elementinden mısır bitkisinin daha iyi yararlanmasını sağlamışlardır. Azot dozlarından bağımsız olarak bir değerlendirme yapıldığında ise, kimyasal azotlu gübrenin uygulanmadığı ancak biyolojik gübre uygulanan parsellerden elde edilen bazı agronomik parametrelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Kontrol parseli ile kıyaslandığında, koçanda tane ağırlığında  $22.3 \text{ g koçan}^{-1}$ , tek koçan ağırlığında  $21.8 \text{ g koçan}^{-1}$ , bin tane ağırlığında  $4 \text{ g}$  ve tane veriminde  $183 \text{ kg ha}^{-1}$  düzeyinde sadece biyolojik gübre uygulaması ile bir artış sağlanmıştır. Bu sonuçlar biyolojik gübrenin etkinliğini ortaya koymaktadır.

Deneme sonuçlarının bir bütün olarak değerlendirilmesinde, biyolojik gübre uygulamalarının toprak ve bitkide besin maddesi içeriklerini ve mısır bitkisinin verim ve bazı agronomik özelliklerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Özellikle biyolojik gübre ile önerilen azot dozunun yarısının uygulandığı parsellerden en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Dolayısıyla, Alaşehir bölgesi koşullarında mısır üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanması ve ekonomik üretim yapılabilmesi için  $0,5 \text{ g ha}^{-1}$  dozunda biyolojik gübre ile beraber  $125 \text{ kg N ha}^{-1}$  azot dozunun önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, asemtiyotik azot fiksasyonu, besin maddesi, verim, agronomik özellikler

**2019, 121 sayfa**

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **Effect of Nitrogen-Fixing Asymbiotic Bacteria on Soil and Plant Nutrient Contents and Some Agronomical Properties in Maize Farming**

**Özkan YARDIMCI**

**Manisa Celal Bayar University**

**Graduate School of Applied and Natural Sciences**

**Department of Agricultural Sciences**

**Supervisor: Dr. Hüseyin YENER**

More and more fertilizers are being used day by day in order to increase agricultural production. Chemical fertilizers used in increasing rates lead to deteriorate soil quality, pollute the environment and reduce sustainability in agricultural production. This necessitates the development of new strategies in plant nutrition management. Contributing to plant nutrition by increasing the biodiversity in the soil is the most important of these strategies. In this thesis, which is planned for this purpose, the effects of a commercial biological fertilizer consisting of microorganisms (*Azospirillum* sp., *Azorhizobium* sp. and *Azoarcus* sp.) which fixes the free nitrogen ( $N_2$ ) of the air in an asymbiotic way, on maize cultivation, the nutrient contents of the soil and the plant, yield and some agronomic properties of maize were investigated.

The experiment was established in the experimental area of Alaşehir Vocational School of Manisa Celal Bayar University, at randomized block design with 3 replications in 2015. In the experiment, biological fertilizer was applied in 2 doses (0 - 0.5 g ha<sup>-1</sup>) and nitrogen fertilizer in 3 doses (0 - 125 - 250 kg ha<sup>-1</sup>). Necessary analyzes were carried out by taking soil samples twice, before the application of biological fertilizer and harvest, and by taking leaf samples during tasseling. Yield and some agronomic properties of maize were determined by harvesting at full maturity period.

In the statistical analysis of the data obtained at the end of the experiment; the effects of biological fertilizer and different doses of nitrogen applications on soil

electrical conductivity (EC) and  $\text{NO}_3\text{-N}$  in the first period and on Mn, iron (Fe), copper (Cu), maize cob diameter, first cob height and stalk thickness among agronomical properties in the second period were found to be significant. Although not statistically significant, maize grain yield increased with biological fertilizer applications. In addition to nitrogen fixation, microorganisms in the applied biological fertilizer secreted siderophore (microbial siderophore) and provided better utilization of Fe micro nutrients in soil by maize plant. When an evaluation independent of nitrogen doses was made, it was seen that chemical nitrogenous fertilizer was not applied but some agronomic parameters obtained from biological fertilizer applied parcels stood out. Compared to the control plots, the application of biological fertilizer increased the weight of the cob  $22.3 \text{ g cob}^{-1}$ , the weight of a single cob  $21.8 \text{ g cob}^{-1}$ , weight of thousand-grain  $4 \text{ g}$  and the grain yield  $183 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectively. These results demonstrate the effectiveness of biological fertilizer.

In the evaluation of the experiment results as a whole, it was determined that biological fertilizer applications had positive effects on nutrient contents of soil and plant, and yield and some agronomic properties of maize plant. In particular, the best results were obtained from the plots where biological fertilizer and half of the recommended nitrogen dose were applied. Therefore, it was concluded that a dose of  $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$  biological fertilizer and  $125 \text{ kg N ha}^{-1}$  nitrogen could be recommended in order to enhance sustainability in maize production and to enable economical production in Alaşehir region.

**Keywords:** Maize, symbiotic nitrogen fixation, nutrient, yield, agronomic properties

**2019, 121 pages**



## 1. GİRİŞ

Dünyada tüm canlıların beslenmesini sağlayan temel kaynak bitkilerdir. Bitkiler bu amaçla öncelikle bilinçsizce kullanılmış, daha sonraları ise insanlar tarafından canlılığın devamının sağlanması amacıyla, bitkisel tarımsal üretim adıyla bilinçli bir şekilde yetiştirilmeye başlanmıştır. Dünya nüfusundaki sürekli artışa paralel olarak, insanların gıda ihtiyaçlarının artması ve bunu karşılamak için bitkilerden daha fazla verim elde etme çabaları da artış göstermiştir. Ülkemizde de dünyadaki nüfus artışına paralel olarak hızlı bir nüfus artışı olmaktadır. Türkiye'nin 2000-2017 yılları arasındaki toplam nüfus artışı %25 civarındadır. Artan bu nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için daha fazla bitkisel üretime gereksinim duyulmaktadır. Oysa tarım alanlarımız 2017 yılında 2001 yılına oranla %7.07 azalış göstermiştir [1].

Nüfus artışına oranla tarım topraklarının azalışı, insanlığı birim alandan daha fazla ürün elde etme çalışmalarına yönlendirmiştir. Bu çalışmalar içerisinde, daha fazla ürün veren tohumların ortaya konması ve kullanılması, ürüne zarar vererek verimi azaltan hastalık ve zararlılarla daha etkili mücadele edilmesi, bitkilerin doğal yolla karşılanamayan su ihtiyaçlarının sulama ile sağlanması, toprakların verimliliğini artırma çabaları, bitkilerin besin açıklarının kimyasal gübrelerle karşılanması, ileri tarım tekniklerinin kullanılması vb. yer almaktadır.

Bitkisel üretimde verimi arttırmak için uygulanan tarımsal işlemlerin en önemlilerinden birisi de gübrelemedir. Bitkilerin genetik yapılarının elverdiği ölçüde maksimum ürün verebilmeleri için, mutlak gereksinim duydukları bütün besin maddelerini gereği kadar ve dengeli bir şekilde beslenme ortamından almaları gerekmektedir. En önemli beslenme ortamı olan toprakta bu besin maddeleri birçok faktöre bağlı olarak azalmakta ve bitki gereksinimini karşılayamamaktadır. Eksik olan besin maddelerinin dışarıdan toprağa ilave edilmesi gübreleme olarak tanımlanmaktadır.

Bitki gelişimi ve metabolizması için mutlak gerekli olan elementler “Bitki besin maddesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamaya göre 16 element bütün bitkiler için mutlak gerekli besin elementidir. Bu elementlerde C, H ve O organik maddenin bileşenidir. Bunlarla ilgili genelde bir eksiklik yaşanmamaktadır. Geriye kalan diğer elementler genelde topraktan alınmaktadır. N, P, K, Ca, Mg ve S bitkilerde fazla miktarlarda bulunur ve bitkiler bunlara daha fazla gereksinim duyarlar. Bunlara makro elementler denir. Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo ve Cl bitkilerin az miktarda gereksinim duyduğu elementler olup, mikro element olarak adlandırılır [2].

Bu besin maddelerinden en önemlilerinden birisi de azottur. Azot toprağı oluşturan mineraller içersinde bulunmayan, atmosferde %78 oranında gaz halinde olan ve atmosfer, toprak ve canlı organizmalar arasında sürekli olarak dolaşan çok hareketli bir elementtir. Gaz halindeki azotun inorganik azot formlarına dönüştürülmesinde enerjiye gereksinim duyulur. Azotlu bileşikler kolay yıkanır ve gaz haline dönüşüp tekrar atmosfere karışabilir [2]. Azotun bitkiler için yaşamsal öneminin fazla olması, toprakta bitkiler için yararlı hale dönüşmesi için enerjiye gereksinim duyulması ve kolay yıkanarak veya gaz haline gelerek kaybolması nedeniyle üreticiler tarafından kimyasal gübreler ile her yıl yüksek oranda toprağı uygulanmaktadır.

Kimyasal gübrelerin, dolayısıyla bunlar içersinden özellikle azotlu gübrelerin bilinçsizce yüksek oranda, uygun olmayan zamanda ve şekilde kullanılması, topraklarda tuzlanma, ağır metal birikimi, besin maddesi dengesizliğı, mikroorganizma etkinliğinin bozulması, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikim, havaya azot ve kükürt içeren gazların salınması, sera etkisi vb. sorunlar oluşturmaktadır [3]. Aynı zamanda ekonomik olarak da tarımsal üretimde zararlara neden olmaktadır.

Ülkemizde de kimyasal gübre kullanımı giderek artış göstermektedir. 2010 yılına oranla 2017 yılında kullanılan toplam kimyasal gübre miktarı %36.45 artış göstermiştir. Azotlu gübrelerde bu artış oranı %31.32 olmuştur. 2017 yılı verilerine göre kullanılan kimyasal gübreler içersinde, azotlu gübrelerin payı %64.18 olarak

gerçekleşmiştir [1]. Dünyada ise bu oranın 2013 yılı verilerine göre, % 47.90 olduğu bildirilmektedir [4].

Yoğun tarımda, verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla kimyasal gübrelerin sürekli olarak kullanımının toprağa, çevreye ve insan sağlığına yapacağı olumsuz etkileri azaltmak için, araştırmacılar alternatif çözümler üzerinde durmaktadırlar. Son yıllarda, “Organik tarım” ve “İyi tarım uygulamaları” gibi yeni üretim sistemleri devreye sokulmuştur. Bu üretim sistemlerinde genelde, sentetik girdilerin kullanımı en az düzeye indirilmeye çalışılarak, biyogübre kullanımı ile ekolojik dengenin korunması ve yeniden tesis edilmesi amaçlanmaktadır [5].

Bu yeni üretim sistemlerinde, organik kökenli gübrelerin kullanılmasına ağırlık verilmektedir. Ayrıca, gübre uygulamalarının azaltılması ancak bitki gelişiminin maksimum düzeye çıkarılması için rizosferden seçilmiş mikroorganizmaların kullanılması önerilmektedir. Bu anlamda bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (PGPR) bitki gelişimine faydalı etkileri nedeniyle biyolojik gübre (BG) olarak kullanılmaktadır. Biyogübreler tarımsal üretimin sürdürülebilir olmasında büyük önem taşımaktadırlar [6].

PGPR’ler bitki sağlığına yararlı bitki köklerinde kolonize olan, doğal olarak oluşan toprak bakterileridir. Bunların tarımsal üretimde kullanılmaları, tarımsal kimyasalların kullanılmalarını azaltabilir ve çevre dostu sürdürülebilir gıda üretimini destekleyebilir. PGPR’ler ayrıca toprak organik maddesinin mineralizasyonunu, mineral besin maddelerinin immobilizasyonunu, fosfatların çözünmesini, nitrifikasyonu, azot fiksasyonunu, antibiyotik ve bitkisel hormon üretimini, bitki büyümesini teşvik eden besinlerin kazanılmasını ve ağır metal toksitesinin azaltılmasını sağlamaktadırlar. Ayrıca, kök patojenlerine karşı bitkiyi korurlar. Bütün bu faydalı etkileri ile fide gelişimini uyarırlar, saçak köklerin çoğalmasını dallanmasını ve dağılmasını arttırarak, bitkide canlılığı sağlarlar. Yaprak yüzey alanı, biyokütle, bitkisel hormonlar, besin, su ve hava alımında artış, karbonhidrat birikimi ve çeşitli bitki türlerinde verimi teşvik ederler [7].

Biyolojik gübreler, tek bir amaca yönelik mikroorganizmaları veya birden fazla amaca yönelik farklı mikroorganizma türlerini içerecek şekilde üretilmektedirler. Piyasada ticari olarak satılan biyogübreler içerdikleri mikroorganizma bakımından ithal ırlardan oluşan veya yerli ırlardan oluşan biyogübreler olarak bulunmaktadır. Ülkemizde farklı bitkilerin üretildiği topraklara bu gübrelerin uygulanmasında, ithal ırlardan oluşan biyogübrelerde adaptasyon sorunu, yerli ırları içeren biyogübrelerde ise oluşabilecek rekabet ve dayanıklılık potansiyelleri dikkate alınmalıdır.

Bu anlamda, biyogübre kullanımı ile bitkilerin besin maddesi içeriklerin ve aynı zamanda yetiştirilecek bitkilerin verim ve agronomik özelliklerinin ne ölçüde etkileneceğinin, farklı iklim, toprak ve bitki koşullarında tespit edilerek, bu gübrelerin kullanılabilirliğinin ortaya konması büyük önem taşımaktadır.

Mısır bitkisi, (*Zea mays* L.) çok farklı tarım-iklim koşulları altında geniş bir uyumluluğa sahiptir. Diğer tarım ürünleri ile karşılaştırıldığında, yüksek verim potansiyeli göstermektedir. Bu nedenle “**tahılların kralı**” olarak adlandırılmaktadır. Üretim alanı bakımından dünyada üçüncü sırada yer almaktadır [8,9,10]. Mısır güneş ışığını diğer tahıllara oranla daha verimli bir şekilde kullanabilmektedir [11]. Buna bağlı olarak fotosentez oranı yüksektir [12]. Mısır dünyada en fazla üretilen tahıl olup, birim alan verimi buğday ve arpanın iki katıdır [13]. Dolayısıyla, çok yüksek besin maddesine gereksinim duymaktadır. Özellikle üretkenliği, iyi bir besin yönetim stratejisi gerektirir [8,9]. Mısır bitkisi yaşam döngüsü boyunca yüksek azota gereksinim duyar [10]. Azot üretkenliği en fazla sınırlandıran bir faktördür [14]. Mısır ürünü tüm dünyada büyük miktarlarda kimyasal azotlu gübreler (16 milyon ton yıl<sup>-1</sup>) tüketen en önemli tahıl ürünleri arasındadır [15].

Dünya mısır üretimi 2017 yılında 1.088 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya mısır üretiminin %38'i ABD'de, %21'i Çin'de ve %15'i Güney Amerika'da yapılmaktadır. Ülkemizde 2017 yılı verilerine göre, ekim alanı 639.084 ha, üretim miktarı 5.900.000 ton ve verim 9232 kg ha<sup>-1</sup>'dir. Ege bölgesinde ise, ekim alanı 630.914 da olup, Türkiye'deki payı %9,87, üretim miktarı 643.874 ton ve ülke

retimindeki payı %10,9'dur. Ülkemizde mısır; yem, nişasta, glikoz, yağ ve son yıllarda biyoetanol üretiminde kullanılmaktadır [16].

Bu alışma, ülkemizde ithal edilen, içeriğinde asembiyotik yolla toprağa havanın serbest azotunu bağlama özelliğinde olan *Azospirillum* sp., *Azorhizobium* sp., ve *Azoarcus* sp. bakterilerini bulunduran ve dondurularak kurutulmuş ticari bir biyogübrenin, mısır tarımında toprak ve bitkide besin maddesi içeriklerine ve mısırdaki bazı agronomik özellikler üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırmada ayrıca, Akdeniz iklimi etkisi altında Typic Xerofluvent özelliğe sahip toprakta biyogübre kullanımı ile azotlu kimyasal gübre kullanımının azaltılıp azaltılamayacağı ve biyogübrenin adaptasyon yeteneği belirlenmiş olacaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Dünya nüfusundaki sürekli artış ve buna bağlı olarak daha fazla gıdaya ihtiyaç duyulması, üretimi arttırmak için kimyasal gübre kullanımını teşvik etmiştir. Ancak, bu gübrelerin aşırı kullanılması bitkilerde ve insan sağlığında toksisite sorunlarının ortaya çıkmasına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır [17]. Kimyasal gübrelerin bilinçsizce uygulanması aynı zamanda topraklarda tuzlanma, ağır metal birikimi, besin maddesi dengesizliği, mikroorganizma etkinliğinin bozulması, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikimi, havaya azot ve kükürt içeren gazların verilmesi, sera etkisi vb. sorunlar oluşmaktadır [3]. Bu gübrelerin yüksek maliyetleri ayrı bir ekonomik sorun olarak da karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar son yıllarda araştırmacıları bitkilerin besin ihtiyaçlarının sağlanmasında farklı alternatif uygulamaların ortaya çıkartılması için çalışmalar yapmaya yöneltmiştir.

Toprakta bozunma ve çevresel kirlilik risklerini en aza indirmek ve tarımsal ürünlerde verimliliği sağlamak için, yenilenebilir kaynakların ve organik girdilerin kullanımını içeren sürdürülebilir tarımın temel ilkelerini uygulamaya gereksinim vardır. Ayrıca, organik ve biyogübrelerin kullanılmasını içeren entegre bitki besleme sistemlerinin uygulanması toprak verimliliğinin sürdürülmesine ve artırılmasına katkı sağlayacaktır [18]. Bu anlamda bitki gelişimini teşvik eden kök bakterileri (PGPR) bitki gelişimine faydalı etkileri nedeniyle biyolojik gübre (BG) olarak kullanılmaktadır. Mikrobiyal türlerdeki geniş genetik varyasyon, farklı çevre koşullarına adapte olabilen yüksek potansiyele sahip mikroorganizmaların geliştirilmesi, adaptasyonu ve benimsenmesini gündeme getirmiş ve bu konuda araştırmalar büyük hız kazanmıştır [6].

Azot bitkilerin beslenmesinde, tüm dünyadaki tarımsal üretimde en fazla eksikliği duyulan, bitki gelişimini en fazla düzeyde etkileyen ve kimyasal gübrelerle en fazla uygulanan besin maddesidir. Bitkilerin azot ihtiyacı kimyasal gübrelerle, organik maddenin mikroorganizmalar tarafından mineralizasyonu ile ve atmosfer azotunun biyolojik fiksasyonu ile karşılanmaktadır. Kimyasal gübrelerle verilen azot, yıkanarak, gaz haline dönüşerek ve volatizasyonla fazla miktarda kayba uğramakta ve bitki beslenmesinde etkinliği azalmaktadır. Bazı mikroorganizma türleri tarafından

biyolojik azot fiksasyonu ile bitkilerce kullanılmayan atmosfer azotu toprağa bağlanmakta, bitkiler bu azottan daha etkin yararlanabilmektedirler. Bakteriler, algler, mantarlar ya ayrı olarak ya da kombinasyon halindeki mikrobiyal aşular bu amaçla kullanılmaktadır. Bakteriler en çok kullanılan mikroorganizmalardır [6]. Bunların bir kısmı baklagil bitkileri ile ortak yaşayan *Rhizobium* spp .türlerini, ve serbest yaşayan *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Acetobacter* sp, *Azoarcus* sp., gibi türleri içermektedir [19].

Biyogübrelerin bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerini ortaya koymak için birçok araştırma yapılmıştır. Ancak tarla denemelerinde uygun olmayan toprak koşullarına ve uygulanan biyogübrelerin adaptasyon yeteneklerine bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle bu konuda yapılan çalışmaların irdelenmesi ve farklı koşullarda yeni çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

Tarımsal alanlarda kimyasal gübrenin sürekli kullanımı, toprağın bozulmasına ve çevre kirliliğini neden olur. Ayrıca insan sağlığına zarar verir. Siyanobakterilerden yapılan biyogübrelerin kullanımı, kimyasal gübrenin azaltılmasında tarımsal üretim için önemli bir alternatiftir. Biyo-gübrelerin uygulanmasının, bitkilerin azot gereksinimlerini etkilemeden kimyasal azotlu gübrelerin kullanımını azaltabileceğini kanıtlamak amacıyla, bir saksı denemesi yapılmıştır. Denemede V-524 mısır çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan toprağın, kumlu tınlı bünyede, pH 6,2, toplam N %0.102 ve organik madde %6 olduğu belirtilmiştir. Toprakta bulunan nitrat ve amonyum konsantrasyonu kontrol ve biyogübre uygulamalarında, kimyasal gübre uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, mısır bitkilerinde biyogübreyi kullanarak, mısır bitkisinin azot gereksinimlerini etkilemeden kimyasal gübre kullanımının% 50'ye kadar azaltılabileceğini bildirilmiştir [17].

Mısır bitkisinde, *Azospirillum brasilense* içerikli biyogübrenin farklı azotlu gübre dozları ile bir araya getirilerek tohum karışımlarına uygulandığı bir çalışma yapılmıştır. Tarla denemesi şeklinde yapılan çalışmada, azot 40, 100, 200 ve 300 kg

ha<sup>-1</sup> ve *Azospirillum brasilense* sıvı bazlı aşı 0, 100, 200, 300 ve 400 ml ha<sup>-1</sup> dozlarında uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 200 ml ha<sup>-1</sup> *Azospirillum brasilense* dozu mısır üretiminde etkili bulunmuş, mısır üretiminde tohum karıklarına aşılamanın *Azospirillum brasilense* kullanımı için uygun bir alternatif olduğu bildirilmiştir [20].

Farklı düzeylerde uygulanan biyolojik ve mineral azotlu gübrelerin mısır bitkisinin büyüme, verim ve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, mineral azotlu gübre olarak %20 N içeren amonyum sülfat gübresi 125, 250 ve 300 kg ha<sup>-1</sup>, biyolojik gübre olarak *Azotobacter* 0, 12,5 ve 25 kg ha<sup>-1</sup> dozlarında uygulanmıştır. Deney, tesadüf blokları deneme desenine göre faktöriyel bazda ve üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, mineral azotlu gübre ile *Azotobacter* uygulamasının tek başına mineral azotlu gübre uygulamasına göre bitki büyümesini artırdığı bildirilmiştir. Bitki boyu, yaprak alanı, kuru ağırlık, verim öğeleri, koçan ağırlığı, koçan uzunluğu, sıra sayısı, 100 tane ağırlığı, koçan verimi, saman ağırlığı ve yapraklardaki ve danedeki kimyasal konsantrasyonları gibi verim unsurlarında en yüksek değerlerin diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında 12,5 kg ha<sup>-1</sup> *Azotobacter* ile 250 kg ha<sup>-1</sup> amonyum sülfat uygulamasıyla elde edildiği belirtilmiştir [21].

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, inorganik gübre, vermikompost ve biyogübrelerin tatlı mısırın verim ve ekonomisi ile topraktaki besin durumuna etkileri araştırılmıştır. Çalışmada iki seviye inorganik gübre, üç seviye vermikompost ve *Azospirillum* + fosfor çözücü biyogübre kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, toprakta en yüksek N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve K<sub>2</sub>O değerlerine tavsiye edilen mineral gübre dozuyla ve 4 ton ha<sup>-1</sup> vermikompost uygulamasıyla ulaşıldığı, biyolojik gübre uygulamalarının mısır bitkisinin büyüme parametrelerini önemli düzeyde etkilemediği bildirilmiştir [22].

Farklı biyogübre ve kimyasal gübre uygulamalarına, mısır bitkisinin verim ve verim unsurlarının tepkisinin belirlenmesi amacıyla, *Azotobacter* ve mikoriza içerikli biyogübreler değişik kombinasyonda azotlu ve fosforlu gübrelerin farklı dozlarıyla denemeye alınmıştır. Sonuçta, mikoriza uygulamasının bitkilerin besin alımını



arttırdığı, *Azotobacter* uygulamasının bitki gelişimini teşvik eden madde salgılaması ve biyolojik azot bağlamasının sonucu olarak ölçülen özellikleri önemli ölçüde geliştirdiği, *Azotobacter* x mikoriza x 50 kg ha<sup>-1</sup> fosfor etkileşiminin ölçülen özellikleri en fazla etkilediği, *Azotobacter* x mikoriza etkileşiminin kuru madde verimi, dane verimi ve yem verimini kontrole göre arttırdığını tespit edilmiştir. Tüm dört faktörün bireysel uygulanması, özellikleri önemli düzeyde etkilemiş, ancak bu faktörlerin etkileşimleri daha etkili bulunmuştur. Bu denemenin genel sonuçlarına göre *Azotobacter* ve mikoriza uygulamasının fosforlu (50 kg ha<sup>-1</sup>) ve azotlu (100 kg ha<sup>-1</sup>) gübre gereksinimini azalttığı ve ürün miktarını ve kalitesini geliştirdiği bildirilmektedir [23].

Mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) gelişim ve verimi üzerine organik ve biyogübrelerin karşılaştırmalı etkileri konusunda çiftçi tarlasında, bir deneme yapılmıştır. Tarla denemesi, on dört uygulama ve üç tekrarlı ile tam tesadüf blokları deneme deseninde düzenlenmiştir. Araştırma sonucunda, NPK + *Azotobacter chroococcum* + *Bacillus megaterium* + *Pseudomonas fluorescense* + zenginleştirilmiş kompost uygulamasının, ekimden sonraki 30, 60, 90 gün içinde ve hasatta (120 gün) en yüksek bitki boyunu gösterdiği ayrıca, hasatta en yüksek toplam kuru madde üretimi, koçan ağırlığı, bitki başına tane verimi ve hektar başına tane verimi gibi verim parametreleri, bu uygulamada en yüksek oranda olduğu ve ürün hasadından sonra topraktaki mevcut besin içeriği (azot, fosfor ve potasyum) de aynı uygulama kombinasyonunda en yüksek olduğu bulunmuştur [8].

Biosuper biogübrenin ve mineral gübresinin mısırın verim ve verim unsurları üzerindeki etkisini ayrı ayrı ve toplu olarak değerlendirmek amacıyla, 2010 yılında Tebriz Islamic Azad Üniversitesi araştırma alanında üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel bir deneme yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, biosüper biogübrenin 100 tane ağırlığı, koçan ağırlığı ve dane verimini pozitif etkilediği, ayrıca mineral gübrelerin (bir kez uygulama) 100 tane ağırlığı, koçan ağırlığı ve tane veriminde artışa neden olduğu, biosüper biyogübre ile mineral gübrelerin kolektif uygulamasının verim bileşenlerini arttırdığı bildirilmiştir [24].

*Azotobacter* türleri, *Azospirillum* türleri ve fosfor çözücü mikroorganizma (PSM) içeren mikrobiyal aşılayıcıların (biyogübrelerin) *Zea mays* L. üzerinde etkisini belirlemek için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırma altı konu ve dört tekerrür ile tamamen tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Uygulamalar, ekimden 10 gün sonra mısır fidelerine yapılmıştır. Bitki boyu, kök uzunluğu, bitki taze ağırlığı, kuru ağırlık, kök taban çapı ve bitki klorofil içeriği gibi büyüme parametreleri, farklı konu uygulamalarında fidelerin bitkisel büyümesini karşılaştırmak için kullanılmıştır. Sonuç olarak, mikrobiyal aşılayıcılarla muamele edilen fidelerin, kontrol ile karşılaştırıldığında büyük ölçüde tepki verdiğini, varyans analizi, mikrobiyal aşılamanın uygulanmasında fidelerin boy, kök uzunluğu, gövde çapı, taze ve kuru ağırlığında önemli bir artış olduğunu ve biyogübrelerin mısırın büyümesini arttırdığını ve bu nedenle kullanımının doğaya dost olduğundan dolayı teşvik edilmesini gerektiği bildirilmiştir [9].

Hibrid mısırın (*Zea mays* L.) büyüme ve verimine biyogübrelerin, azot ve çinko düzeylerinin etkisinin araştırıldığı çalışmada,  $P_2O_5$  ve  $K_2O$   $60 \text{ kg ha}^{-1}$  sabit dozlarda, çinko  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  ve yapraktan % 0.5  $ZnSO_4$  olarak ve azot 90, 120 ve  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  seviyelerinde, *Azotobacter* veya *Azospirillum* ile aşılansarak uygulanmıştır. Sonuç olarak,  $150 \text{ kg ha}^{-1} N + 15 \text{ kg ZnSO}_4 \text{ ha}^{-1}$  her kg için 20 gr *Azospirillum* ile tohum aşılama ile uygulanan parsellerde en yüksek bitki başına koçan, bitki boyu, kuru ağırlık, koçandaki dane sayısı ve tane verimi saptandığı bildirilmiştir [11].

Biyogübre ve üre uygulamasının mısır (*Zea mays* L.) verimine etkisini incelemek için, tesadüf blokları deneme deseninde bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırma uygulamaları, üre (0, 30, 60, 90, 120 ve  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ve biyogübre olarak ise nitragin'den oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, biyogübre ile tohumların aşılansması ve  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  üre uygulamasının mısırın yapraklarında klorofil içerik indeksini arttırdığı, aşılansmış tohumlardaki koçan ağırlığı, aşılansmamış olanlardan % 9 daha büyük olduğu ve tohum aşılama ve üre uygulamasından mısır biyolojik verimi etkilendiği belirtilmiştir. Soğuk ve yarı kurak bölgelerde, ekimden önce nitragin ile mısır tohumlarının aşılansmasının, nispeten üre uygulama oranını ekonomik hale getirebileceğinden uygulanması önerilmiştir [25].

Mısır bitkisinin büyümesi ve verimi üzerine farklı seviyelerde fosfor ve biyogübrelerin (fosfor çözücü biyogübre ve mikoriza) performansını saptamak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, bitki boyu, yaprak sayısı, 60 kg ha<sup>-1</sup> fosfor + fosfor çözücü biyogübre + mikoriza uygulamasının diğer tüm uygulamalardan daha iyi performans gösterdiği, kuru ağırlık, koçan uzunluğu, koçan ağırlığı, tane verimi, saman verimi, bakımından 60 kg ha<sup>-1</sup> fosfor + fosfor çözücü biyogübre + mikoriza uygulaması ile 40 kg ha<sup>-1</sup> fosfor + fosfor çözücü biyogübre + mikoriza uygulamasının istatistiksel olarak aynı kategoride yer aldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, farklı uygulamalar ile ilgili veriler kullanılarak, 60 kg ha<sup>-1</sup> fosfor + fosfor çözücü biyogübre + mikoriza uygulamasının daha yüksek tane verimi ve ekonomik getirisinin kontrol üzerinde gerçekleştirilebileceği ve en yüksek tohum verimi, saman verimi ve fayda maliyet oranı elde edilmesini sağlayacağı bildirilmiştir [26].

Azot ve fosfor biyogübrelerin mısırın (*Zea mays* L.) verim ve verim unsurları üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada üç azot gübresi (Nitroksin, Nitrokara ve azot barvar1), fosfor biyogübreleri (Fosfat barvar2, biosuperphosphate ve Phosphatin) ve kontrol konuları denenmiştir. Elde edilen sonuçlar, N gübresi, P gübresi ve aralarındaki etkileşimin tüm özellikler üzerindeki etkisinin, koçandaki sıra sayısı ve hasat indeksinde önemli olduğunu göstermiştir. Ortalama değerlerin karşılaştırılması, Nitroxin + fosfat barvar2 uygulamasının en yüksek koçan ağırlığına, koçan uzunluğuna ve biyokütleyle sahip olduğunu göstermiştir. Ancak, Nitroxin ve Biosuperphosphate uygulamasının kombine uygulaması en yüksek 1000 tane ağırlığı ve tane veriminin elde edilmesini sağlamıştır. Bu çalışmanın nihai sonuçlarında, azot ve fosfor biyogübrelerin mısırın verim ve verim bileşenlerini artırdığı belirtilmiştir [27].

*Azotobacter* ve üre uygulamasının mısırın (*Zea mays* L.) azot alımını artırması ve verimi üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Azotobacter* 0 mL L<sup>-1</sup>, 10 mL L<sup>-1</sup> ve 20 mL L<sup>-1</sup> olmak üzere üç seviyeli aşılama dozu ve üre gübresi, 0 kg ha<sup>-1</sup>, 75 kg ha<sup>-1</sup>, 150 kg ha<sup>-1</sup>, 225 kg ha<sup>-1</sup> ve 300 kg ha<sup>-1</sup> olmak üzere beş üre dozu uygulamaları kullanılmıştır. Sonuçlar, genel olarak *Azotobacter* ve üre dozu arasında, büyüme ve verim parametreleri üzerinde veya bitki azot alımında önemli bir etkileşim olmadığını, *Azotobacter* aşılmasının, bitki azot alımında önemli bir etki

yaratmadığını, sağlanan üre dozu 263.50 kg ha<sup>-1</sup> olduğunda mısırın azot alımı optimum değere ulaştığını göstermiştir. Nihai sonuç olarak, *Azotobacter* aşılmasının mısır verimini arttırabildiği, bununla birlikte, *Azotobacter* dozunun 10 mL L<sup>-1</sup>'den fazla arttırılması mısır verimini arttırmaya etki etmediği, verilen üre dozu 153.50 kg ha<sup>-1</sup> olduğunda mısır verimi en uygun değere ulaştığı bildirilmiştir [10].

Mineral gübre olarak farklı üre dozlarında mısırın üretim özellikleri üzerine, çinko ve *Azotobacter* etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, azotlu gübre olarak üre, 100, 200 ve 300 kg ha<sup>-1</sup>, *Azotobacter* (aşılı ve aşısız) ve yapraktan çinko (Zn1 = 1000 mg l<sup>-1</sup> çinko sülfat, Zn2 = 500 mg l<sup>-1</sup> çinko Sülfat ve Zn3 = 0 mg l<sup>-1</sup>) uygulanan konular olarak kabul edilmiştir. Tane verimi, biyolojik verim (kuru madde) ve her bir uygulamanın toplam protein içeriği değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, çinkonun yapraktan uygulamalarının incelenen tüm özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, en yüksek tane veriminin, her bir üre uygulamasında Zn1 uygulaması ile elde edildiği ve ayrıca biyolojik gübreleme uygulamaları arasında en yüksek verimin aşılı uygulamada gözlemlendiği saptanmıştır. Çalışılan tüm uygulamalar arasında maksimum tahıl verimi (10.23 ton ha<sup>-1</sup> ile) 300 kg üre ha<sup>-1</sup> için aşısız uygulama + Zn1 ile elde edilmiş, en yüksek biyolojik verim ise Zn1 + aşılama uygulamasında gözlenmiştir. Son olarak, mısır üretiminde bazı yönetim stratejilerini birleştirerek mineral gübre kullanımının azaltılabileceği bildirilmiştir [28].

Üreticinin ekonomik geri dönüşlerini en üst düzeye çıkarmak ve toprak ve su kalitesini korumak için mısır (*Zea mays* L.) üretiminde biyogübre olarak uygulanan bitki büyümesini destekleyen rizobakterilerin ve fosfor çözünürleştiricilerin etkin kullanımı önemlidir. Bu nedenle, organik, kimyasal ve biyolojik gübrelerin mısırın makro besin alımı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla tarla denemesi yapılmıştır. Deney, her konu için üç tekrarlı tesadüf blok deseninde, bölünmüş parsel olarak ortaya konmuştur. Gübrenin üç seviyesi (20 mg ha<sup>-1</sup> 1-çiftlik gübresi, 15 mg ha<sup>-1</sup> 2- yeşil gübre ve 3-kontrol veya gübresiz) ve bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler ile fosfor çözünürleştirici biyogübre aşılama (aşılanmış ve aşılanmamış), fosfor (0, 50 ve 100 kg ha<sup>-1</sup>) ve azot (0, 50 ve 100 kg ha<sup>-1</sup>) sırasıyla ana parseller ve alt parseller olarak uygulanmıştır. Sonuçlar, çiftlik gübresi uygulamasının kontrole kıyasla tanenin azot, fosfor ve potasyum ve mısır yapraklarının fosfor alımını artırdığını göstermiştir.

Ayrıca, yeşil gübre uygulaması, tanenin azot ve potasyumunu ve mısır yapraklarının fosfor ve potasyum alımını kontrole göre arttırmıştır. Ek olarak, bitki büyümesi teşvik eden rizobakteri ve fosfat çözüldürücü aşılmasının, tanenin azot ve potasyumunu ve mısır yaprağının azot, fosfor ve potasyum alımını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır [29].

İki farklı lokasyonda, iki farklı tarla deneyleri yapılarak mısırın büyüme ve gelişim fizyolojisi üzerine farklı dozlarda azot, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve fosforlu biyogübreler ile aşılamanın etkisi incelenmiştir. Araştırmada konular, T1 (biyo-gübresiz, sadece önerilen azot ve fosfor), T2 (% 50 önerilen azot ve fosfor + Fosforlu biyogübre), T3 (Tavsiye edilen azot + fosforlu biogübre) olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, vejetatif özellikler (bitki boyu, %50 püskül oluşumu gün sayısı,%50 püskül oluşumundan fizyolojik olgunluğa gün sayısı gibi ) ve üreme özellikleri (500 dane ağırlık, biyolojik verim, verim ve hasat indeksi gibi) kök filiz oranı, püskül öncesi, püskülde ve püskül sonrası üç farklı büyüme aşamasında incelenmiştir. Sonuçlara göre, kök-filiz oranının kuru ağırlığında artış ve araştırılan özellikler arasında önemli farklılıklar gösterdiği, bunun da mısır melezinin fosfor biyogübreye pozitif tepkisini kanıtladığı bildirilmiştir [30].

İki mısır (*Zea mays* L.) çeşidinin bazı gelişme ve verim karakteristikleri üzerine biyogübrenin etkisinin tarla denemesi ile incelendiği çalışmada, sıvı biyogübre seviyeleri, (0, 6.25, 12.5, 18.75 ve 25.00 L ha<sup>-1</sup>) F1, F2, F3, F4 ve F5 uygulamaları olarak, iki mısır çeşidinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alanı ile 100 tane ağırlığı ve koçan başına tane sayısının biyogübre düzeylerindeki artış nedeniyle arttığını göstermiştir. Ayrıca, en yüksek tane verimi, iki çeşitte F4 dozunun uygulanmasından elde edilmiştir. İki mısır çeşidinin biyogübreye verdiği bu yüksek tepki nedeniyle, Sudan'daki mısır beslemesinde kullanılmasında büyük bir değere sahip olabileceği belirtilmiştir [31].

Fermente bitki suyu, yerli mikroorganizmalar ve etkili mikroorganizmalar ile aktive edilmiş solüsyon gibi farklı biyogübreler hazırlanarak, mısırın büyümesi ve verimi üzerine etkilerini değerlendirmek için yaprak gübresi olarak uygulandığı bir çalışma yapılmıştır. Araştırmada, ilk uygulama dikimden 25 gün sonra yapılmış ve

ardışık 5 hafta boyunca 7 gün arayla uygulama tekrarlanmıştır. Sonuçlara göre, farklı biyogübrelerin, bitki boyu, koçan yüksekliği, yaprak sayısı, koçan uzunluğu, koçan çapı, bin tane ağırlığı ve hesaplanan verimde önemli ölçüde farklılıklar yarattığı, etkili mikroorganizmalar ile aktive edilmiş solüsyon uygulamasının, en yüksek bitki boyunu, en yüksek koçan yüksekliğini, en fazla yaprak sayısını, en uzun koçan uzunluğunu, en büyük koçan çapını sağladığı tespit edilmiştir [18].

Azot bağlayan dondurularak kurutulmuş mikrobiyal aşılایıcılar (*Endophytes* bakterileri) olan TwinN'nin inorganik azot kullanımında azalmaya neden olacak alternatif ve etkili bir azot kaynağı olarak kullanılabilir olup olmadığını tespit etmek için bir çalışma yapılmıştır. Deneme 3 x 3 tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuş ve farklı toprak tipinde sahip üç bölgede tekrarlanmıştır. TwinN'nin çift uygulamaları + % 50 ve % 35'lik standart azot (standart azot = 140 kg N ha<sup>-1</sup>) azaltılması kombinasyonları, TwinN uygulanmayan ve N azaltılmayan (standart gübre rejimi) uygulamalar ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen ön sonuçlar, %95 güven düzeyinde, sap uzamasında ve üç uygulamanın yoğunluğunda istatistiksel bir fark olmadığını göstermiştir. Rapor zamanında tarla denemeleri parametrelerini analiz etmek için hasat edilmediği belirtilmiştir. Ancak, rastgele örnekleme ile elde edilen ön verim eğiliminin, TwinN içermeyen %100 inorganik gübre ile karşılaştırıldığında, TwinN ve inorganik gübre kombinasyonları ile daha yüksek verim elde edildiğini göstermektedir [32].

*Azospirillum brasiliense* ile aşılamanın mısır verimine etkisinin mineral azot gübrelenmesi ile karşılaştırıldığı çalışmada, N gübreleme uygulamalarının, 2014/2015 sezonundaki tüm değişkenleri ve 2015/2016 sezonunda, bitki boyu, verim ve azot konsantrasyonunu etkilediği, bunun da *Azospirillum brasiliense*'den sağlanan azot kazancından kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir. Değişkenler üzerinde çeşitler × azot gübrelenmenin etkileşimi etkisiz bulunmuş ve mısır çeşitleri, uygulamalara bakılmaksızın benzer performansı göstermiştir. Sonuçta, *Azospirillum brasiliense* ile aşılamanın, mısır verimini arttırdığı bildirilmiştir [12].

Günümüzde, bitkilere büyük ölçüde zarar vermeden canlı bitki dokularında bulunan endofitik bakteriler tarımda, besin döngüsü, biyotik ve abiyotik strese tolerans ve bitki büyümesinin teşvik edilmesi gibi çok sayıda uygulama alanı bulmuştur. Tarımda pratik olarak kullanıma temin edilebilen endofitik bakteriler, bilhassa *Acetobacter* ve *Azospirillum* günümüzde tahıllar ile ilişkili olarak en aktif bileşenler olarak düşünülmektedir. Bu nedenle, yapılan çalışmada, esas olarak *Acetobacter* ve *Azospirillum*'a ait olan endofitik bakteriler, köpek dişi ayrığı, tatlı patates, şeker kamışı, muz ve mısır, sırasıyla, *Acetobacter* ve *Azospirillum*'un büyümesi için selektif olarak LGIP ve azot içermeyen bromotimol mavisi ortamını kullanılarak yüzey sterilize bitki kısımlarından izole edilmiştir. Önerilen ürenin yarısı ve tam dozu ile birlikte de endofitik bakteri izolatları ile mısır bitkisinin aşılınması ile tüm gelişme parametrelerinde önemli artışlar kaydedilmiştir [15].

Azot en çok ihtiyaç duyulan elementtir ve mısır ürününde en çok üretkenliği sınırlayan faktördür. Son yıllarda, daha büyük bir girdi tüketimi gerektirmeden, üretim endekslerini artırmaya katkıda bulunan teknolojilere olan ilgi dikkati çekmektedir. Bu anlamda, *Azospirillum brasilense* cinsinden bakterilerin kullanımı, azotlu gübrelerin mısır ürününde kullanımını azaltmak ve sonuç olarak üretim maliyetlerini azaltmak için umut verici bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Bu hipotezle beş azot dozuyla ilişkili olan (0, 60, 120, 240 ve 480 kg ha<sup>-1</sup>) *A. brasilense* aşılınmış iki mısır genotipi (AS1572 VTPRO ve 30B39H) ile bir çalışma yapılmıştır. Kullanılan genotipler ile *Azospirillum brasilense* inokülasyonu arasında önemli bir etkileşim tespit edilememiştir. Azot dozları ve test edilen genotipler arasında etkileşim bulunmuştur, bu da bitkinin genetik faktörlerinin mısır ürünü için azot gübrelemesi önerisinde de dikkate alınması gerektiğini göstermiştir. Çeşit AS1572, çeşit 30B39H ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir tane verimi elde etmiştir. Sırasıyla AS1572 ve 30B39H kültür bitkileri için 240 kg ha<sup>-1</sup> azot ve 7.896.29 480 kg ha<sup>-1</sup> azot kullanılarak toplam 9,327 kg ha<sup>-1</sup> elde edilmiştir [14].

Mısır'ın morfolojik özellikleri, verim ve verim unsurları üzerine *Azospirillum* bakterisinin ve gibberellin hormonunun etkilerini araştırmak için, 2014 yetiştirme sezonu boyunca tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel bir deneme

gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, üç seviyede *Azospirillum* bakterisi (kontrol tohum ve toprakla uygulanan 25 g *Azospirillum*) ve üç düzeyde gibberellin hormon (kontrol, 100 ve 200 mg L<sup>-1</sup>) denemede ele alınan konuları oluşturmuştur. Varyans analizi, *Azospirillum* biyogübrenin, başak boyu, başak ağırlığı, koçan ağırlığı, sıra başına tohum sayısı, 1000 tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi üzerine etkisinin ve gibberellin hormonunun başak ağırlığı ve tane verimi dışındaki tüm özellikler üzerindeki etkisinin önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca, *Azospirillum* × gibberellin etkileşimi klorofil a ve b, koçan ağırlığı, sıra başına tane sayısı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksi üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bulunmuştur. Toprakta uygulanan *Azospirillum*'un en yüksek sayıdaki başak ağırlığına, başak uzunluğuna sıra başına tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve tane verimine, ayrıca 200 mg L<sup>-1</sup> gibberellin hormonu uygulaması tüm diğer özellikler bakımından en iyi değere sahip olduğunu göstermiştir. Tohum ile karıştırılmış *Azospirillum* x 200 mg L<sup>-1</sup> gibberellin hormonu diğer etkileşimlerle karşılaştırıldığında, sıra başına tane sayısı, biyolojik verim ve tane verimi bakımından en yüksek değere sahip olduğunu göstermiştir [33].

Kolza tohumunun verim ve verim unsurları üzerine, PGPR'lerin etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, azotlu gübre (100, 150 ve 200 kg ha<sup>-1</sup>) ve biyogübre (*Aşısız*, *Azotobacter chroococcum* ve *Pseudomonas putid*) üç seviyede kullanılmıştır. Sonuçlar azot oranlarının verim ve verim bileşenleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Biyogübrelerin ve 100 kg ha<sup>-1</sup>'den 200 kg ha<sup>-1</sup> artan azot dozları ile tüm karakterlerde önemli artışlar gözlenmiştir. Son iki uygulama, çoğu karakteristikte aynı istatistiksel sınıfta yer almıştır. *Azotobacter* ve *Pseudomonas*'ın uygulanması, verim ve verim bileşenlerini kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında sırasıyla %15.8 ve %13.7 arttırmıştır. Verim, verim öğeleri ve tohum yağı ve protein içeriği ile ilgili azot seviyeleri ve biyogübreler arasında önemli etkileşim bulunmuştur. *Azotobacter* ile 200 kg ha<sup>-1</sup> azot uygulanmasından en yüksek verim miktarı elde edilmiştir. Ayrıca, en yüksek tohum yağı ve protein içeriği 200 kg ha<sup>-1</sup> azot, *Pseudomonas* uygulanarak elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, 200 ve 150 kg'lık ha<sup>-1</sup> arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Bu nedenle biyogübre ile 150 kg ha<sup>-1</sup> azot çiftçilere önerilebilir doz olarak belirtilerek, azalan



azotlu gübrenin, çevre kirliliğinin azaltılmasına ve sürdürülebilir tarımın geliştirilmesine yardımcı olacağı bildirilmiştir [34].

PGPR'ler ile farklı azotlu gübrelerin mısırın tarımsal özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla, üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseninde bir tarla denemesi yapılmıştır. Dört farklı azotlu gübre ana parsel olarak seçilmiş ve üç farklı biyogübre (*Azotobacter* ve *Azospirillum* ile aşılama, aşısız) alt parsel olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, azotlu gübrelerin püskül çıkış günü ve olgunluk günü üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Püsküllemenin ve olgunlaşmanın ortaya çıktığı en yüksek günler, kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçları azotlu gübrenin çimlenme günü, püskül çıkış günü ve olgunluk günü üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. En yüksek çimlenme ve püskül çıkış günü aşılanmayan uygulamada, ancak en yüksek olgunlaşma günü *Azotobacter* ile aşılamadan elde edilmiştir. Bu deneyde azotlu gübre ve biyogübre veriminin büyüme indeksleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu, böylece en yüksek yaprak alanı indeksi, ürün gelişme oranı ve net asimilasyon oranının *Azotobacter* uygulaması ile aşılandığını göstermiştir [35].

Mısırın farklı büyüme parametrelerinde PGPR'nin büyümeyi teşvik edici aktivitelerini araştırmak için üç bakteri suşu *Azospirillum brasilense* suşu R1, *Azospirillum lipoferum* suşu RSWT1 ve *Pseudomonas* suşu Ky1 mısır tohumlarını aşılama için kullanılmıştır. Aşılanmış tüm uygulamalarda aşılanmamış kontrolden fazla bitki boyu, bin tane ağırlığı ve biyolojik verimde ortaya çıkan belirgin artışlar, bitki gelişiminde teşvik gözlenmiştir. *Azospirillum lipoferum* suşu RSWT1, diğer suşlardan bitki gelişimini teşvikte daha etkili olmuştur. Bu çalışma ile PGPR'nin, aşılama maddesi olarak kullanıldığında mısırın büyümesi ve verimi üzerindeki olumlu etkisini gösterilmiştir. *Azospirillum brasilense* R1, *Azospirillum lipoferum* suşu RSWT1 ve *Pseudomonas* türü Ky1 gibi PGPR'nin yararlı suşları tahıl ürünleri için biyogübre olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir. Çevre kirliliğinin önlenmesi ve maksimum ürün verimi için tarımsal uygulamalarda kimyasal gübre kullanımının azaltılması amacıyla PGPR'lerin (özellikle *Azospirillum*) kullanımı için yeni tekniklerin geliştirilmesi önerilmiştir [36].

Farklı bitki yoğunluklarının ve PGPR'lerle tohumların ön çimlendirilmesinin, mısırın (*Zea mays* L.) verim ve verim özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, üç farklı bitki yoğunluğu ve aşısız, PGPR ile aşısız (kontrol olarak), *Azotobacter chroococcum* suşu ile ve *Azosprilium lipoferum* suşu ile çimleme içeren olmak üzere üç seviyede biyogübre kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, tane verimini arttırmak için m<sup>2</sup> ye 9 bitki ve *Azosprilium lipoferum* suşu ile tohum çimleme önerilmiştir [37].

PGPR'lerin tohum çimlenmesi, fide büyümesi ve tarlada yetiştirilen mısır verimine etkisi üç deneyde değerlendirilmiştir. Bu deneylerde altı bakteri suşu *P.putida* suşu R-168 *P.fluorescens* suşu R-93, *P.fluorescens* DSM 50090, *P.putida* DSM291, *A.lipoferum* DSM 1691, *A.brasilense* DSM 1690 kullanılmıştır. İlk çalışmanın sonuçları, tohum aşılamaının tohum çimlenmesini ve mısırın fide kuvvetini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. İkinci deneyde, hem steril hem de steril olmayan toprakta yaprak ve sürgün kuru ağırlığı ve yaprak yüzey alanı önemli ölçüde bakteriyel aşılama ile arttırılmıştır. Üçüncüde deney sonucunda, tüm bakteri suşları ile mısır tohumlarının aşılamaının, bitki yüksekliğini, 100 tane tohum ağırlığını ve mısırın kuru ağırlığını arttırdığı gözlemlenmiştir [38].

Yerli PGPR ve kimyasal gübre düzeylerinin mısırın üretkenliğine (*Zea mays* L.) ortak bir şekilde uygulanması amacıyla yapılan çalışmada, maksimum bitki büyümesini destekleme özelliğine sahip en iyi üç PGPR izolatı (B1N1, MAT1 ve DHK) tarla koşullarında azot ve fosforun farklı önerilen dozlarında (%0, % 60 ve % 40) denemeye alınmıştır. Sonuçta, PGPR (B1N1) ile %80 önerilen azot ve fosfor dozlarının birlikte uygulanmasının, mısır verimini (%11.7), bitki boyunu (%12.9) ve biyokütleyi (%17.9) önemli ölçüde arttırdığı saptanmıştır. Bu nedenle sonuçların, yerli PGPR izolatlarının, mısır üretimini engellemeden yaklaşık %20 azot ve fosforlu gübreyi destekleme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir [39].

PGPR uygulamalarının kuru madde birikimi ve melez mısır (*Zea mays* L.) verimi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, üç farklı melez mısır çeşidinde üç seviye içerikte PGPR aşılama, aşısız (kontrol olarak), *Azobacter*,

*Azospirillum* ve *Azotobacter* + *Azospirillum* uygulanmıştır. Bu deney sonucunda, PGPR ile tohum aşılmasının mısır hibridlerinin verimini, verim bileşenlerini ve kuru madde birikimini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır. SC-434 hibridlerinin *Azotobacter* ile tohum aşılama en yüksek tane verimi ve kuru madde birikimi elde edilmiştir. Sonuç olarak, İran'da Ardabil Ovası koşullarında SC-434 hibritlerinde *Azotobacter* ile tohum aşılması yapılması önerilmiştir [40].

Mısırın kuraklık stresine toleransını artırmada *Azospirillum* sp. ve *Herbaspirillum* sp. bakterileri ile aşılamanın etkisi, bakteri ile aşılanmış bitkiler bir substrat olarak perlitli bir serada yetiştirilerek araştırılmıştır. Çalışmada, normal sulandırılmış koşullar ve kuraklık koşullarında aşısız ve *Azospirillum* sp. ve *Herbaspirillum* sp. bakterileri ile aşıli uygulamalar denenmiştir. Sonuçta, kontrol ile karşılaştırıldığında, *Azospirillum* sp. ve *Herbaspirillum* sp. bakterileri ile aşılanan uygulamalarda, kuraklık koşullarındaki su stresinin olumsuz etkilerine rağmen, daha yüksek biyokütle üretimi ve daha yüksek karbon, azot ve klorofil seviyelerinin olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, stres tepkisini etkileyen bitki hormonları olan absisik asit ve etilenin daha düşük seviyelerine daha yüksek bir tolerans gösterdiği saptanmıştır. Tüm sonuçların değerlendirilmesiyle, bu bakterilerin, bitkilerin kuraklık stres koşullarının olumsuz etkileriyle başa çıkmalarına yardımcı olmak için kullanılabileceği belirtilmiştir [41].

PGPR'lerin, mısır ürünü üzerindeki etkisini incelemek için farklı seviyelerde inorganik gübreler ile birlikte uygulandığı bir çalışma yapılmıştır. Araştırma sonucunda, bitki boyu yüksekliği, yaprak sayısı gibi farklı büyüme parametreleri, tavsiye edilen gübrelerin %100 oranında uygulandığı ve *A. chroococcum* + *A. awamori* + *Pseudomonas fluorescens* bakterileri ile aşılanmış uygulamalarda önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, tane verimi, yeşil verim, test ağırlığı, koçan başına tane ağırlığı ve sıra başına tohum sayısı gibi verim parametrelerinin de aynı uygulamalar ile arttığı belirtilmiştir. Ayrıca, azotun maksimum alınması, %75 azot ve fosfor + %100 potasyum ile, *A. chroococcum* + *A. awamori* + *Glomus fasciculatum* uygulamasında saptanmıştır [42].

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) 'nin tane verimi ve kalite özellikleri üzerine organik, kimyasal ve entegre beslenme düzeylerinin ve bitki büyümesini teşvik eden kök bakterilerinin etkisini incelemek için 2007 ve 2008 yıllarında bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Deneme konularını, %100 organik (F1), %25 kimyasal ve %75 organik (F2), %50 kimyasal ve %50 organik (F3), %75 kimyasal ve %25 organik (F4) ve %100 kimyasal (F5) dâhil olmak üzere toplam beş besin seviyesi ana parselde kullanılmış ve alt parsellerde iki düzey PGPR aşılması (I0, I1) oluşturulmuştur. Yükseklik, yaprak alan indeksi, biyolojik verim, 1000 tohum ağırlığı, tohum sayısı, baş çapı, hasat indeksi ve kalitatif özellikler (yağ içeriği hariç) tamamen organik (F1) ve kimyasal seviyeler (F5) ile karşılaştırıldığında F3, F4 ve F2 entegre beslenme düzeylerinde daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar, mikroorganizmalar ile tohumların aşılmasının ayçiçeğinin nitelik ve nicel özelliklerini kontrol uygulamasına kıyasla önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir [43].

Fosfor ve *Azotobacter*'in mısır verimi üzerine etkilerini incelemek için yapılan çalışmada, fosforlu gübre (0, 62.5, 125, 187.5 ve 250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) ve tohum aşılama (*Azotobacter vinelandii* ile aşılınmış ve aşılınmamış) araştırma konularını oluşturmuştur. Sonuçlar, fosforlu gübre uygulamasının önemli ölçüde tahıl verimini artırdığını göstermiştir. *Azotobacter*'in etkileri tane ve koçan boyu ve azot konsantrasyonları üzerinde etkisi önemli bulunmuştur. 187.5 kg ha<sup>-1</sup> oranındaki fosfor, tane verimi, bin tane ağırlıkları, biyolojik verim, yaprak alan indeksi, tanenin azot içeriği, tanenin fosfor alımı ve koçan uzunluğunda istenen artışı sağladığından arzu edilen optimum oran olabileceği belirtilerek, biyolojik azotun kimyasal fosforlu gübre ile kullanılmasının sürdürülebilir tarıma ulaşmak için bir strateji olabileceği bildirilmiştir [44].

Çukurova bölgesinde mikrobiyal gübre ve kimyasal gübre uygulamalarının mısır bitkisinde verim ve bazı agronomik özelliklere etkisi incelenmiş, en yüksek verim kimyasal gübre ile en düşük verim ise kontrol uygulaması ile elde edilmiştir. Mikrobiyal gübre uygulamaları içerisinde en yüksek verim 300 ml da<sup>-1</sup> mikrobiyal gübre + 5 kg da<sup>-1</sup> şeker pancarı melası uygulamasında gözlenmiştir. Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre kimyasal gübre uygulaması verim ve diğer agronomik özellikler yönünden istatistikî olarak daha iyi sonuçlar vermesine rağmen, mikrobiyal uygulamaların tamamında gübre uygulanması yapılmayan kontrol uygulamasına göre

daha yüksek agronomik ve verim değerleri alınmıştır. Mikrobiyal gübre uygulaması ile kontrole göre %20 verim artışı sağlanmış ve kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılabileceği belirtilmiştir [45].

Tekirdağ koşullarında mikrobiyal ve kimyasal gübre kullanımının kolza bitkisinde verim ve kalite unsurlarına etkisinin incelendiği çalışmada, farklı kolza çeşitlerinde azot dozları ile iki mikrobiyal gübre dozu karşılaştırılmıştır. Kolzada tohum verimi dikkate alındığında bio-one mikrobiyolojik gübre + 15 kg da<sup>-1</sup> azot uygulamasının Bristol eşidi ile onerilebileceği belirtilmiştir [46].

Kök bakterilerinin vişnede bitki gelişmesine, verim ve meyve kalitesine etkisi Konya koşullarında araştırılmıştır. Çalışmada *Bacillus mycoides* T8 ve *Bacillus subtilis* OSU-142 bakteri ırkları kullanılmıştır. Sonuçta, T8 ve OSU-142 bakteri ırklarının bireysel olarak ve birlikte uygulanması ile vişnede gelişimi teşvik ettiği ve önemli verim artışı sağladığı belirtilmiştir. Bakteri uygulamaları ile yaprak N, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriği kontrole göre artmış, K, Ca ve Mg içeriklerinde ise önemli bir değişiklik oluşmadığı gözlenmiştir. Sonuçlara göre, *Bacillus* T8 ve *Bacillus* OSU-142 bakterilerinin bireysel olarak ve birlikte kullanılması ile vişnede büyüme ve verimi artırıcı olarak etkiye sahip olduğu belirtilerek, vişne yetiştiriciliğinde büyüme ve gelişmeyi teşvik amacıyla kullanılması onerilmiştir [47].

PGPR'lerin ahududu bitkisinde gelişme, verim ve meyve kalitesine etkilerinin incelendiği çalışmada, PGPR'ler (A18, FF1, MFDCa-1, MFDCa-2, M3, 637Ca) ahududu (*Rubus idaeus* L.) fidanlarının köklerine uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, verim ile meyve kalitesini farklı bakteri izolatlarının olumlu yönde etkilediği belirtilerek, bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin uygulanmasının, bitki büyümesini, verimi ve meyve kalitesini artırmada faydalı ve ekonomik olduğu vurgulanmıştır [48].

Organik havuç yetiştiriciliğinde, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörlerinin kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kontrole göre her iki uygulamanın havuta kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır [49].

Marul bitkisinde mikrobiyal gübrenin çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, *Trichoderma harzianum* suşusunu içeren ticari mikrobiyal gübrenin değişik dozları (0, 5, 10, 15, 20 g L<sup>-1</sup>) topraksız kültürde uygulanmıştır. İstatistiksel olarak bazı parametreler üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Ancak, mikrobiyal gübre olarak kullanılan *T.harzianum*'un topraksız koşullarda marulda çimlenme, bitki gelişimi ve verimi olumlu olarak etkilediği belirtilmiştir [50].

Sera domates yetiştiriciliğinde, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Azotobacter* ve *Acetobacter* gibi azot tutucu bakteri içeren Symbion-N biyogübresesi 300 ml da<sup>-1</sup>, 150 ml da<sup>-1</sup>, 600 ml da<sup>-1</sup> dozlarında uygulanmış ve 0 ml da<sup>-1</sup> kontrol uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta, biyogübre uygulamasının bitki gelişimi ve verimin arttırdığı ve 300 ml da<sup>-1</sup> dozun uygun olduğunu saptanmıştır [51].

Bitki büyümesini teşvik eden bazı bakteri strainlerinin şekerpare kayısı çöğürlerinin gelişimi üzerine etkileri incelenmiş sonuçta, bütün bakteriyel strainlerin kontrole göre yıllık sürgün sayısı, sürgün çapı ve sürgün boyunda istatistikî olarak önemli artışlara sebep olduğu, *Pantoea agglomerans* strain RK-79'un kontrol ve diğer uygulamalara göre büyüme karakteristiklerinde istatistiki olarak önemli düzeyde artışlar sağladığı ve kullanılabilceği belirtilmiştir [52].

Buğday bitkisinde yapılan bir çalışmada, buğdayın kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde iki kez, baklagil olan ve olmayan tüm bitkilerde uygulanabilen yüksek kalitede dondurularak kurutulmuş bir mikrobiyal aşı olan TwinN kullanılmıştır. Uygulamalar, Y1: Kontrol (15 kg DAP da<sup>-1</sup> +35 kg üre da<sup>-1</sup>), Y2: Sadece 15 kg DAP da<sup>-1</sup>, Y3: 15 kg DAP da<sup>-1</sup>+17,5 kg üre da<sup>-1</sup>, Y4: %100 Y1+Twin-N, Y5: %75 Y1+Twin-N, Y6: %50 Y1+Twin-N ve Y7: %25 Y1+Twin-N olmak üzere toplam 7 konu olarak ele alınmıştır. Sonuçta, uygulamaların hektolitre ağırlığını istatistiksel olarak etkilemediği ancak, bitki boyu, birim alandaki başak sayısı, bin-tane ağırlığı ve verim üzerine olan etkilerin ise istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır. Bu tek yıllık sonuçlara göre de buğdayda Twin-N uygulamasının üst gübre olarak üre kullanımında %25 tasarruf sağladığı bildirilmiştir [53].

Bazı bakteri ırklarının elmada meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkilerini saptamak amacıyla, 5 elma çeşidi 4 bakteri ırkı ile denemeye alınmıştır. Bakteri ırklarını içeren solüsyonlar, tam çiçeklenme öncesi ve tam çiçeklenme döneminde ağaçların tacına iki kez püskürtülerek uygulanmıştır. Sonuçta, bakteri uygulamaları ile meyve iriliği, eni ve boyunun önemli ölçüde değişmediği, meyvelerin özgül ağırlığının, meyve sapı kalınlığı ile uzunluğunun ve meyve sap çukuru derinliğinin azaldığı, ağaç başına verimin arttığı saptanmıştır. Ayrıca, bakteri uygulama ile N, K ve Cu içeriklerinde azalma olduğu, bazı bakteri ırklarının Mg, Fe ve Mn içeriklerinde artış sağladığı, Na ve Ca içeriklerinde önemli bir etkinin gözlenmediği belirtilmiştir [54].

Arpa bitkisinde 11 farklı bakteri suşu kullanılarak biyolojik gübrelerin gelişim üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bakteri aşılamalarının, arpa bitkisinde erken gelişme döneminde gövde ağırlığı, bitki yüksekliği, kök uzunluğu ve toplam kök sayısını etkilediği, bakterilerin bitki gelişimine etkisinin aşılama yapılan bakteri ırkı ve ele alınan parametrelere bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir [55].

Doğu Karadeniz Bölgesinde çay yetiştirilen asit reaksiyonlu topraklardan izole edilen bakterilerden azot fiksasyonu ve fosfat çözme yeteneğinde olanlar, biyolojik gübre olarak çay yetiştiriciliğinde denenmiştir. Denemelerde, seçilen 26 farklı bakteri izolatu, ahır gübresi, 3 farklı mineral gübre ve kontrol ile karşılaştırılmıştır. Tarla koşullarında 3 yıl süreyle yürütülen deneme sonuçlarına göre, PGPR'nin çay gelişmesini teşvik ettiği, yaprak makro ve mikro element içeriklerini artırdığı saptanmıştır. Bu bakterilerden yüksek etkinlik gösterenler çay gelişmesini ve yaprak verimini denemede kullanılan mineral gübrelemeye eşit veya daha fazla artırabilmiştir. Araştırmada test edilen bakterilerin, kimyasal gübre gereksinimini azaltabildiği, organik ve iyi tarım uygulamalarında biyolojik gübre olarak kullanılacak potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir [56].

### 3.MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1.Materyal

Araştırmada, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu deneme arazisinde bulunan tarla toprağı, araştırma konularına göre kimyasal gübreler, asıl deneme konusunu oluşturan biyolojik gübre ve test bitkisi olarak da yüksek oranda azota ihtiyaç duyan mısır (*Zea mays* var. İndentada) bitkisi deneme materyali olarak kullanılmıştır.

##### 3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı

Araştırma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Alaşehir Meslek Yüksekokulu deneme arazisinde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı 38° 22' 24" kuzey enlemi; 28° 31' 35" doğu boylamlarında yer almakta olup, denizden yüksekliği 152 metredir. Ülkemizin batısındaki Manisa iline bağlı olan Alaşehir ilçesi, Batı Anadolu'da doğu-batı yönlü grabenlerden biri olan Gediz grabeninin doğu kesiminde bulunmaktadır. Yüzölçümü 977 km<sup>2</sup> olan ilçede, toprak ve iklim özelliklerinin uygun olması nedeniyle her türlü tarım ürünü yetiştirilmekte olup, ilçe alanının yaklaşık %38'i tarım alanı olarak kullanılmaktadır [57]. Araştırma alanı toprağının 7. Yaklaşım sistemine göre değerlendirilmesi Tablo 3.1.'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Deneme Toprağının Sınıf Özellikleri.

Arazinin Eğimi	% 0 - 1
Ana Materyal	Alluvium
Sıra	Entisol
Alt Sıra	Fluvent
Büyük Grup	Xerofluvent
Alt Grup	Typic Xerofluvent
Familya	Typic Xerofluvent, tınlı
Arazi Kullanım Yetenek Sınıfı	1.Sınıf



Alaşehir ilçesinin toprak özellikleri incelendiğinde, ova kesiminde kuvaterner alüvyonlarla kaplı olduğu görülmektedir. Alüvyonların dışında, ovanın iki tarafındaki yükseltileri oluşturan dağlara doğru ince bir şerit halinde kolüvyal topraklar yer almaktadır. Kolüvyal toprakların hemen gerisindeki yamaçlarda kuzeyden güneye doğru geniş bir şerit halinde regosol topraklar bulunmaktadır. Bunların dışında bölgenin çeşitli yerlerinde orman ve kırmızı Akdeniz topraklarıyla, akarsu vadilerinde ve arızalı sahalardaki eğimli alanlarda henüz horizonlarını oluşturmamış topraklar bulunmaktadır [57]. İlçede ovada yer alan alüvyal topraklarda genelde monokültür olarak Sultani çekirdeksiz üzüm yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ovanın kenarında yer alan kolüvyal ve regosol topraklar üzerinde çoğunlukla tahıl üretimi ve az oranda zeytincilik yapılmaktadır. Bölgede geniş alanları kaplayan orman toprakları üzerinde ise tütün ve tahıl tarımı yapılmakta, ancak yüksek eğimli yerlerde mera ve orman alanları bulunmaktadır [58].

Alaşehir ilçesi Baklacı mahallesinde bulunan Alaşehir Meslek Yüksekokulu deneme arazisinde konumlanan deneme alanının coğrafi görüntüsü Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.1.** Tarla Deneme Alanının Google Earth Yardımıyla Elde Edilen Görüntüsü.

### 3.1.2. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Alaşehir ilçesinde sıcak ve ılıman iklim görülmektedir. İlçeye kış aylarında yaz aylarından çok daha fazla yağış düşmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 598 mm olup, en kurak ay Ağustos ayıdır ve Ağustos ayında 4 mm yağış görülmektedir. Ortalama 143 mm yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında düşmektedir. Alaşehir ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 16,3°C olup, 25,4°C sıcaklıkla Temmuz yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 7,5°C'dir. Tüm yılın en düşük ortalama sıcaklığıdır (Tablo 3.2.) [59]. İlçede yaz ayları oldukça sıcak geçmektedir. Kış aylarında sıcaklık nadiren 0°C'nin düşer ve kar yağışı pek görülmez. Bölgede ilkbahar kısa, yaz ve sonbahar ayları oldukça uzun yaşanır. Kış aylarında kuzey rüzgârları, yaz aylarında ise doğu ve güney doğudan gelen samyeli ve öğleden sonraları batıdan esen serin imbat rüzgârları bölgeyi etkisi altına almaktadır [57].

**Tablo 3.2.** Alaşehir İlçesine ait 12 Aylık Hava Durumu Ortalamaları [59].

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>Ort. Sıcaklık</b> (°C)	7.5	8.6	10.5	14.6	19.1	23.3	25.4	25.1	21.8	17.3	12.8	9.7
<b>Min. Sıcaklık</b> (°C)	3.8	4.6	5.6	8.9	12.8	16.9	19.5	19.1	15.5	11.3	7.5	5.6
<b>Maks. Sıcaklık</b> (°C)	11.3	12.7	15.5	20.3	25.4	29.7	31.3	31.1	28.2	23.3	18.2	13.8
<b>Yağış (mm)</b>	110	79	61	38	31	14	6	4	19	31	62	143

### 3.1.3. Deneme Toprağının Özellikleri

Alaşehir Meslek Yüksekokulu deneme sahasının farklı yerlerinden toprak örnekleri alınarak, deneme planlamasında gereksinim duyulan 326,6 m<sup>2</sup> homojen alan belirlenmiştir. Bu alana ait toprağın bazı fizikokimyasal toprak özellikleri Tablo 3.3.'de verilmiştir.

**Tablo 3.3.** Tarla deneme toprağının bazı fizikokimyasal özellikleri.

Parametre	0-20cm	20-40cm
pH	7.77 (0.05)	7.81 (0.04)
Elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	716 (152)	610 (66)
Kireç (%)	4.17 (0.10)	4.64 (0.45)
Bünye	Tin	Tin
Kum (%)	50.10 (1.11)	48.74 (1.66)
Mil (%)	20.26 (0.87)	20.76 (1.00)
Kil (%)	29.64 (0.36)	30.50 (2.18)
Organik madde (%)	2.13 (0.31)	2.07 (0.21)
NH <sub>4</sub> -N ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ )	18.83 (2.64)	21.27 (1.47)
NO <sub>3</sub> -N ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ )	1.74 (0.59)	1.54 (0.22)
Toplam-N (%)	0.13 (0.01)	0.13 (0.01)
Alınabilir-P ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	37.69 (1.57)	38.21 (4.87)
Ekstrakte edilebilir-.Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	34.23 (14.8)	28.77 (9.04)
Alınabilir-K ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	501 (76)	486 (58)
Alınabilir-Ca ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	2150 (30)	2034 (140)
Alınabilir-Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	743 (64)	714 (63)
Alınabilir-Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	6.07 (0.14)	6.79 (0.74)
Alınabilir-Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	1.95 (0.11)	1.70 (0.07)
Alınabilir-Zn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	4.26 (0.22)	4.18 (0.16)
Alınabilir-Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	13.35 (0.97)	8.49 (0.44)

\*Tüm değerler 4 tekrerrün ortalaması olup, etüv kurusu ağırlık üzerinde hesaplanarak verilmiştir. Parantez içerisindeki rakamlar, ortalamanın standart sapmasını vermektedir.

Toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre fizikokimyasal özelliklerinin araştırmacıların önerdiği sınır değerleri ile karşılaştırılmasıyla Tablo 3.4.'de verildiği gibi değerlendirilebileceği görülmüştür.

**Tablo 3.4.** Toprak Örneklerinin fizikokimyasal Özelliklerinin Değerlendirilmesi.

Parametre	Değerlendirme	Literatür
Toprak reaksiyonu	Hafif alkali	Kellog, [60]
EC	Tuzluluk tehlikesi yok	Anonim, [61]
Bünye	Tın	Bouyoucos, [62]
Organik madde	Orta humuslu	Black, [63]
Kireç	Orta kireçli	Schlichting and blume, [64]
Toplam-N	İyi	Loue, [65]
Alınabilir-P	İyi	Olsen and Sommers, [66]
Alınabilir-K	Çok Yüksek	Fawzi and El-Fouly, [67]
Alınabilir-Ca	İyi	Loue, [65]
Alınabilir-Mg	Çok Yüksek	Loue, [65]
Alınabilir-Fe	Yeterli	Lindsay ve Norvell, [68]
Alınabilir-Cu	Yeterli	Lindsay ve Norvell, [68]
Alınabilir-Zn	Yeterli	Lindsay ve Norvell, [68]
Alınabilir-Mn	Yeterli	Lindsay ve Norvell, [68]

Deneme parsellerinin sulanmasında, deneme alanında mevcut artezyen suyundan yararlanılmıştır. Söz konusu kaynaktan sulama sezonunun başlangıcında, ortasında ve sonunda 3 kez su örneği alınarak, sulama suyu kalite özellikleri analizlerle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 3.5.'de verilmiştir.

**Tablo 3.5.** Denemede Kullanılan Sulama Suyunun Kalite Özellikleri.

pH	7.71	(0.23)
Elektriksel İletkenlik (EC) ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ )	0.60	(27.09)
Na <sup>+</sup> (me l <sup>-1</sup> )	0.95	(0.05)
K <sup>+</sup> (me l <sup>-1</sup> )	0.11	(0.01)
Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> (me l <sup>-1</sup> )	4.85	(0.25)
Toplam Katyon (me l <sup>-1</sup> )	5.91	
Cl <sup>-</sup> (me l <sup>-1</sup> )	0.97	(0.16)
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> (me l <sup>-1</sup> )	İz	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me l <sup>-1</sup> )	3.86	(0.13)
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> (me l <sup>-1</sup> )	1.16	(0.05)
Toplam Anyon (me l <sup>-1</sup> )	5.99	
Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	0.61	
Bor (B) (mg l <sup>-1</sup> )	0.17	(0.02)
Sulama Suyu Sınıfı	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	

\*Parantez içerisindeki rakamlar, ortalamanın standart sapmasını vermektedir.

Sulama suyunun pH değeri Ayers ve Westcot [69]'in önerdiği sınır değerleri (6.5-8.4) ile karşılaştırıldığında uygun bulunmuştur. Sulama suyu sınıfı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenen sulama suyu normal koşullarda herhangi bir sorun yaratmayacak özelliktedir [70]. Bitkilere toksik etki yapan Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve bor konsantrasyonu yönüyle, hassas bitkiler dahil herhangi bir zarar vermeyecek durumdadır [69].

#### **3.1.4. Denemede Kullanılan Biyogübrenin Özellikleri**

Araştırmada, azotlu gübre kullanımını azalttığı ve verimi arttırdığı belirtilen, baklagil ve baklagil olmayan tüm bitkilerde önerilen, dondurularak kurutulmuş ticari bir mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Mikrobiyal gübre, asebiyotik yolla topraklara atmosfer azotunu (N<sub>2</sub>) bağlama yeteneğinde olan, *Azospirillum* sp., *Azorhizobium* sp. ve *Azoarcus* sp. Endofit bakterilerden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan mikrobiyal gübre 0.5 gr'lık ambalajlarda olup, canlı bakteri sayısı 10<sup>11</sup> kob/gr olarak bildirilmektedir.

#### **3.1.5. Denemede Kullanılan Test Bitkisinin Özellikleri**

Bu çalışmada, test bitkisi olarak, Limagrain (LG) Tohum Islahı ve Üretimi San. Tic. A.Ş.'nden sağlanan Helen mısır çeşidi (*Zea mays* L. var. *İndendata*) kullanılmıştır. Çeşidin vejetasyon süresi 130-135 gün olup, tek melez ve orta geççi bir üründür. Çukurova Ege ve GAP bölgelerinde 1. ve 2. ürün olarak yetiştirilebilmektedir. Çeşidin toprak seçiciliği yoktur ve yüksek uyum yeteneğine sahiptir. Toprakta çıkışı ve sürme gücü yüksek, gelişimi hızlıdır. Sağlam gövdeli olup, yatma, yıkılma ve koçan dökme göstermemektedir. Hektolitre ağırlığı yüksek, hasatta dane nemi düşük ve yüksek verimli bir çeşittir. Bu özellikleri nedeniyle, Ege bölgesinde ekimi yapılan bir çeşit olduğundan denemede tercih edilmiştir.

### 3.1.6. Denemede Kullanılan Kimyasal Gübreler

Çalışmada, denemenin ana konusu olan biyogübrenin, mısır üretiminde kullanılan kimyasal azotlu gübrenin verimliliği üzerine etkinliğini ve kimyasal azotlu gübre kullanımını azaltıp azaltamayacağını belirlemek amacıyla, kimyasal azotlu gübre bağımsız değişken olarak ayrıca ele alınmıştır. Araştırmada, mısır bitkisinin besin maddesi ihtiyaçları, daha önce yapılan çalışmalar ve bölge koşulları dikkate alınarak; 250 kg ha<sup>-1</sup> N, 150 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O olarak belirlenmiştir. Bağımsız değişken olarak ele alınan azot uygulamaları, sıfır azot dozu (N<sub>0</sub>), yarım azot dozu (N<sub>1</sub>) ve tam azot dozu (N<sub>2</sub>)'dir. N<sub>1</sub> uygulamasının tamamı, N<sub>2</sub> uygulamasının yarısı ekimle beraber amonyum sülfat (%21 N) gübresinden 595 kg ha<sup>-1</sup> 21 Mayıs 2015 tarihinde, N<sub>2</sub> uygulamasının kalan yarısı ise 41 gün sonra (30.06.2015) amonyum nitrat gübresinden (%33 N) 379 kg ha<sup>-1</sup> miktarlarında uygulanmıştır. Fosfor ve potasyumlu gübreler ekimle birlikte bütün parsellere, 349 kg ha<sup>-1</sup> triple süper fosfat (%42-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve 400 kg ha<sup>-1</sup> potasyum sülfat (%50 K<sub>2</sub>O) gübreleriyle uygulanmıştır.

## 3.2.Yöntem

### 3.2.1. Tarla Denemesinin Kurulması ve Yürütülmesi

Tez çalışması, Alaşehir Meslek Yüksekokulu deneme alanında, 2015 yılında tek yıllık tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Denemede, biyolojik gübre ve kimyasal azotlu gübre bağımsız değişken olarak ele alınmış olup, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Biyolojik gübre uygulanmayan 3 azot dozu (BG<sub>0</sub>N<sub>0</sub>, BG<sub>0</sub>N<sub>1</sub>, BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub>) ve Biyolojik gübreli 3 azot dozu (BG<sub>1</sub>N<sub>0</sub>, BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub>, BG<sub>1</sub>N<sub>2</sub>) uygulama konularını oluşturmuştur (Tablo 3.6.).

**Tablo 3.6.** Tarla Denemesi Uygulama Konuları ve Dozları.

Biyolojik Gübre	0 - 0.5 g ha <sup>-1</sup>	BG <sub>0</sub> - BG <sub>1</sub>
Kimyasal Azotlu Gübre	0-125-250 kg ha <sup>-1</sup>	N <sub>0</sub> - N <sub>1</sub> - N <sub>2</sub>

Deneme, 6 konu ve 3 tekerrür ile toplam 18 parselden oluşturulmuştur. Parsel boyutları 3cm x 3.4cm olup, parsel alanı 10,2 m<sup>2</sup>'dir. 18 parsele göre toplam uygulama alanı 183,6 m<sup>2</sup> olmaktadır. Denemede kenar etkilerini azaltmak amacıyla, bloklar arasında 2 m, parseller arasında ise 1 m boşluk bırakılmıştır. Boşluklarda dikkate alındığında, toplam deneme alanı 326,6 m<sup>2</sup> olmaktadır. Tarla denemesine ait deneme deseni Tablo 3.7.'de verilmiştir.

Deneme alanında öncelikle, belirlenen ölçülerde parseller oluşturulmuş, uygulama konuları parsellere rastgele dağıtılmıştır. Sabit doz olarak belirlenen fosfor ve potasyum her parsele 350 g triple süper fosfat (%42-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve 410 g potasyum sülfat (%50 K<sub>2</sub>O) gübresiyle serpmeye uygulanmıştır. Bağımsız değişken olarak ele alınan azot ise, N<sub>0</sub> dozu parsellerine uygulanmazken, N<sub>1</sub> dozu parsellerine verilecek azotun tamamı ve N<sub>2</sub> dozu parsellerine verilecek azotun yarısı olacak şekilde 610 g amonyum sülfat (%21 N) gübresiyle serpmeye yöntemiyle homojen olarak dağıtılmıştır. Daha sonra parsellere uygulanan gübreler 10-12 cm toprak derinliğine bir kültivatör ile karıştırılmıştır (Şekil 3.2.).

Kimyasal gübre uygulamalarından sonra, her parsel içerisinde 68 cm arayla 5 sıra oluşturulmuştur. Her sıraya 18 cm arayla tohumların çimlenmeme riskini bertaraf etmek üzere 16x2 olacak şekilde 32 ve her parsele 160 adet tohum ekimi (21 Mayıs 2015) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3.).







**Şekil 3.2.** Kimyasal Gübre Uygulaması ve Kültivatör ile Karıştırılması.



**Şekil 3.3.** Tohumların Ekilmesi.

Biyolojik gübre uygulaması, gübre üreticisi önerilerine göre bitkiler 15-30 cm sürgün boyuna ulaştığında (17 Haziran 2015)  $0.5 \text{ g ha}^{-1}$  dozunda yapılmıştır. Parsellere homojen uygulama yapabilmek için öncelikle 0,1 g toz halindeki ürün 1 litrelik balon içerisinde saf su ile litreye tamamlanarak mikroorganizmaların nemlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çözeltilerden 5,1 ml (parsel dozu 0,00051 g olacak şekilde) alınarak klorsuz 5 litre saf su içerisine ilave edilerek iyice karıştırılmıştır (Şekil 3.4.). Bu şekilde biyolojik gübrenin uygulandığı her parsel için hazırlanan 5 litrelik biyolojik solüsyonlar sırt pülverizatörü ile bitki sıralarının kök bölgesine akşam üzeri serin saatlerde homojen bir şekilde uygulanmıştır. Uygulamadan hemen sonra damla sulama sistemi ile sulama yapılarak mikroorganizmaların kök bölgesine ulaşması sağlanmıştır (Şekil 3.5.).



**Şekil 3.4.** Biyogübrenin Hazırlanması.



**Şekil 3.5.** Biyogübrenin Kök Bölgesine Uygulanması.

Tohum ekiminden 41 gün sonra (30.06.2015) N<sub>2</sub> azot dozunun uygulandığı parsellere, uygulanması gereken saf azot dozunun yarısına karşılık gelen 386 g amonyum nitrat (%33 N) gübresi 5 litre suda eritilerek parsellere homojen bir şekilde uygulanmıştır. Uygulamadan hemen sonra damla sulama sistemi ile sulama yapılarak gübrenin kök bölgesine ulaşması sağlanmıştır.

Deneme alanındaki test bitkisinin gelişimi, tohum ekiminden hasada kadar hassas bir şekilde takip edilmiş, tüm kültürel işlemler topraktaki mikrobiyal popülasyona zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot mücadelesi çapayla mekanik olarak yapılmıştır. Vejetasyon süresince az da olsa mısır kurdu, koçan kurdu ve rastık gibi hastalık ve zararlı sorunları gözlenmiş ancak, mikroorganizma popülasyonuna zarar vermemek için kimyasal mücadele yapılmamıştır. Denemedeki mısır bitkisinin gelişme dönemlerindeki bazı görüntüleri Şekil 3.6., 3.7., 3.8., 3.9., ve 3.10.'da verilmiştir.



**Şekil 3.6.** Test Bitkilerinin Çıkış Sonrası Görüntüsü.



**Şekil 3.7.** Tekleme Zamanında Bitkilerin Görüntüsü.



**Şekil 3.8.** Test Bitkilerinin 5-6 Yaprak Olduğu Dönemin Görüntüsü.



**Şekil 3.9.** Test Bitkilerinin Koçan Bağlama Dönemi.



**Şekil 3.10.** Hasada Yakın Test Bitkilerinin Görüntüsü.



### **3.2.2. Toprak ve Bitki Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması**

Azot fikse eden asembiyotik bakterilerin mısır tarımında toprağın bazı fizikokimyasal özellikler üzerine etkisini incelemek amacıyla, biyolojik gübre uygulaması öncesi (17 Haziran 2015) ve hasatta (19 Ekim 2015) olmak üzere iki dönemde her parselden toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleri her parselin 10 farklı noktasından ve 0-20 cm derinlikten alınmış, bu topraklar kendi içinde homojen hale getirilmek için iyice karıştırılarak tek kompozit örneğe indirgenmiştir. Alınan örnekler analize hazır hale getirilmek amacıyla, laboratuvar koşullarında hava kuru hale gelinceye kadar kurutulmuş, daha sonra öğütülerek 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir.

Biyolojik gübrenin mısır bitkisinin besin maddesi içeriği üzerine etkisini incelemek amacıyla, mısır bitkisi tam püskül çıkarma aşamasındayken en alttaki koçanın karşısında ve altında bulunan ilk yaprak örnek olarak alınmıştır. Parsellerin içersinde 10 farklı bitkiden alınan örnekler laboratuvara getirilmiş, analiz için yaprağın yalnız orta 1/3 lik bölümleri kullanılacağından bu kısımlar ayrılmıştır. Bitki örnekleri hassas bir şekilde yıkanarak temizlendikten sonra karton kutulara yerleştirilerek 65 °C havalanması olan kurutma fırınında kurutulmuştur. Kurutulan örnekler bitki değirmeninde ince bir şekilde öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir [71].

### **3.2.3. Toprak ve Bitki Örneklerinin Analizinde Kullanılan Fiziksel ve Kimyasal Yöntemler**

Toprak ve bitki örneklerinde biyogübrenin etkinliğinin ortaya konması amacıyla aşağıda yöntemleri belirtilen analizler yapılmıştır.

**Toprakta Nem Analizi:** Belirli bir miktardaki havada kurutulmuş toprak örneği 105 °C'de etüvde sabit ağırlık elde edilinceye kadar kurutulmuş ve uçurulan nemin hesabına göre yapılmıştır [70].

**Tekstür Analizi:** Toprakların tane büyüklüğü dağılımı yani kum, kil, mil fraksiyonları yüzde olarak hidrometre yöntemi uygulanarak belirlenmiştir [62]. Her fraksiyon için bulunan miktarlar bünye üçgenine uygulanarak toprak örneklerinin bünyeleri saptanmıştır [63].

**Toprak Reaksiyonu (pH):** Sature toprak macununda, cam elektrotlu pH-metre ile ölçüm yapılmıştır [72].

**EC (Elektriksel İletkenlik) Analizi:** Sature toprak macununda, EC-metre ile okuma yapılmıştır [73].

**Organik Madde Analizi:** Potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) ile yaş yakılarak organik karbon değeri bulunmuş [74] ve bu değer Van Benmelen Faktörü olan 1,724 ile çarpılarak organik madde hesaplanmıştır [63].

**Kireç Yüzdesi (%CaCO<sub>3</sub>):** Scheibler kalsimetresi ile volümetrik yöntemle tayin edilmiştir [64].

**Toplam-N Analizi:** Modifiye makro kjeldahl yöntemine göre Salisilik-Sülfirik asit karışımıyla yaş yakılan ve destilasyon işlemiyle Borik asit indikatör karışımına alınan örnekler H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edilmiş ve hesaplamayla toplam-N bulunmuştur [75].

**Alınabilir K, Na, Ca, Mg:** Toprakların alınabilir K, Na, Ca, Mg değerleri 1 N NH<sub>4</sub>OAC (pH 7) ile çalkalanarak elde edilen süzüklerde K ve Na alev fotometrede, Ca ve Mg ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir [76].

**Alınabilir Fosfor:** NaHCO<sub>3</sub> ile ekstrakte edilen toprak örneklerinin alınabilir fosfor miktarları mavi renk yöntemine göre kolorimetrik olarak saptanmıştır [66].

**Alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn:** DTPA+TEA+ CaCl<sub>2</sub> çözeltisi ile ekstrakte edilen topraklarda atomik absorpsiyon spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir [68].

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N Analizi:** Örneklerin CaCl<sub>2</sub> + NaCl çözeltisi ile ekstrakte edilmesi ile ortaya çıkan NH<sub>4</sub>-N' u 660 nm' de kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir [77].

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N Analizi:** Örneklerin CaCl<sub>2</sub> + NaCl çözeltisi ile ekstrakte edilmesi ile ortaya çıkan NO<sub>3</sub>-N' u UV-absorpsiyon ile 210 nm' de kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir [78].

**Bitki Örneklerinde Toplam Azot (%)Analizi:** Bitki örneklerinde toplam azot analizi modifiye Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır [75].

#### **Bitki Örneklerinde Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Belirlenmesi:**

Analize hazırlanan bitki örneklerinden tartılarak konsantre nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakma yöntemi uygulanarak 100 ml'lik balon jodelere filtre edilmiştir. Böylece analiz için ekstrakt hazırlanmış olmaktadır [71]. Örneklerin fosfor içerikleri, Vanado-Molibdo fosforik asit (sarı renk) yöntemine göre kolorimetrede ölçülmüştür [79].

Yaş yakma yöntemi uygulanarak hazır hale getirilen aynı örneklerde potasyum ve kalsiyum flame fotometrik, magnezyum, demir, bakır, çinko, mangan elementleri ise Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmiştir [71].

### 3.2.4. Sulama Suyu Analizlerinde Kullanılan Yöntemler

Sulama sezonunun başlangıcında, ortasında ve sonunda üç kez sulama suyu örnekleme yapılmıştır. Su örnekleri sulama yapıldığı sırada iyice temizlenmiş 1,5 litrelik pet şişeler kapak ile su seviyesi arasında boşluk kalmayacak şekilde alınmıştır. Analizlerin tamamı bitinceye kadar örnekler buzdolabında saklanmıştır. [80].

Alınan su örneklerinde; pH, cam elektrodlu pH metre ile [81], elektriksel iletkenlik, EC metre ile [69] ölçülmüştür. Katyonlardan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  alev spektrometresinde, kalsiyum+magnezyum ( $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ ) eriochrom T indikatörü kullanılarak ve 0,01N EDTA ile titre edilerek, anyonlardan  $\text{Cl}^-$ , potasyum dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) indikatörü varlığında 0,05N  $\text{AgNO}_3$  ile titre edilerek [69], sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )  $\text{BaCl}_2$  ile çöktürülerek gravimetrik yöntemle, karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) analizinde fenol fitaleyn, hidrokarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) analizinde metil oranj indikatörü kullanılarak ve 0,1 N HCl ile titre edilerek [81] belirlenmiştir.

Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) formül yardımı ile hesaplanmış ve sulama suyu kalitesi, saptanan EC ve SAR değerlerinin sulama suları sınıflandırma diyagramına uyarlanması ile belirlenmiştir [70].

### 3.2.5. Verim ve Agronomik Özellikleri Belirleme Yöntemleri

Hasatta her parselin kenar sıraları örnekleme dışında bırakılmış, ortada yer alan üç sıradan rastgele 10 bitki toprak yüzeyinden kesilerek örnek olarak alınmıştır. Alınan örneklerde, arazide yapılması gereken ölçümler yapılmış, daha sonra mısır koçanları gövdeye birleştiği yerden koparılarak, her parsel için ayrı ayrı paketlenmiş ve diğer ölçümler için laboratuara götürülmüştür (Şekil 3.11.). Yapılan ölçümler ve yöntemleri aşağıda verilmiştir.



**Şekil 3.11.** Hasattan Görüntüler

**Bitki Boyu (cm):** Her parselden rastgele 10 bitki seçilmiş, bitkilerin boyu toprak yüzeyinden tepe püskülünün ucuna kadar ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

**İlk Koçan Yüksekliği (cm):** Her parselden rastgele seçilen 10 bitkide, toprak yüzeyi ile ilk koçanın sapa bağlandığı boğuma kadar olan kısım ölçülerek, ortalamaları alınmıştır.

**Bitkide Sap Kalınlığı (mm):** Her parselden rastgele seçilen 10 bitkide, sapın ilk boğum arasının kalınlığı kumpasla ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

**Koçan Boyu (cm):** Her parselden rastgele seçilen 10 koçan örneğinde, koçanlar kavuzlarından ayrıldıktan sonra, koçan sapının tane ile birleştiği noktadan koçan ucuna kadar olan mesafe ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

**Koçan Çapı (mm):** Koçan boyu ölçülen koçanların orta kısımlarından kumpasla mm olarak ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

**Koçandaki Sıra Sayısı (adet):** Her parselden rastgele seçilen 10 koçan örneğinde, koçanların üzerindeki mevcut sıralar sayılarak ortalamaları alınmıştır.

**Koçanda Tane Ağırlığı (g koçan<sup>-1</sup>):** Her parselden rastgele seçilen 10 koçan örneğinin harmanlanması ile elde edilen taneler tartılıp, ortalamasının alınmasından sonra gram cinsine çevrilmiştir.

**Tek Koçan Ağırlığı (g):** Her parselden rastgele seçilen 10 koçan örneğinde, koçanların ağırlıkları tartılarak ortalamaları alınmıştır.

**Bin Tane Ağırlığı (g):** Her parselden alınan numunelerin harmanlanmış örneklerinden üçer adet 100 tane alınarak ortalaması alınmış ve on ile çarpılarak bin tane ağırlığı saptanmıştır.

**Tane Verimi (kg da<sup>-1</sup>):** Her parselden elde edilen koçanlar harmanlandıktan sonra, tane ürünü nem ölçme aleti ile nem oranı belirlendikten sonra (%15 nem) tartılıp, elde edilen miktar dekara çevrilerek kg da<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.6. İstatistiksel Yöntemler

Bu araştırmada elde edilen tüm veriler “SPSS 20.0” istatistik paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzende çok değişkenli ANOVA (MANOVA) varyans analizi tekniğine göre değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir. MANOVA’da dört farklı istatistik elde edilmekte olup, Wilks' lambda ( $\lambda$ ) değeri, en çok kullanılan istatistiktir. Bu nedenle Wilks' lambda ( $\lambda$ ) değerine göre, ele alınan deneme konularının incelenen özellikler üzerine etkilerinin önemli olup olmadığına karar verilmiştir.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, havanın serbest azotunu toprağa bağlama yeteneğinde olan ve asembiyotik bakterileri içeren ticari bir biyogübre, 0 azot dozu, mısır bitkisi için gerekli olan tam azot dozu ve %50 azaltılmış azot dozu ile birlikte uygulanmıştır. Ayrıca, ele alınan azot dozları biyogübre olmaksızın uygulanmış toplam 6 konu 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre araştırılmıştır. Biyogübre 0 – 0.5 g ha<sup>-1</sup> (BG<sub>0</sub> – BG<sub>1</sub>), azot ise 0 – 125 – 250 kg N ha<sup>-1</sup> (N<sub>0</sub> – N<sub>1</sub> – N<sub>2</sub>) dozlarında denemeye alınmıştır.

Araştırmada, deneme başlangıcında ve hasatta olmak üzere, iki dönem toprak örneği alınarak uygulamaların toprakların fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri ve test bitkisi olarak ele alınan mısır bitkisinin besin maddesi içerikleri ve mısır bitkisinin verim ve bazı agronomik özellikleri üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

##### 4.1. Biyogübre Uygulamasının Toprakların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

Araştırma sonunda, iki dönem alınan toprak örneklerinin fizikokimyasal analizlerinden elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmelerinde, irdelenen konuların toprak özellikleri üzerine etkileri 1. dönemde önemsiz bulunurken, 2. dönemde ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Ek A.1., Ek A.2.). Ek A.3. ve Ek A.4. 'de ise incelenen konuların toprakların fizikokimyasal özellikleri üzerindeki tek yönlü etkilerini gösteren varyans analiz tablosu verilmiştir. Bu tablodaki istatistiksel sonuçlar, toprak özellikleri ayrı ayrı incelenirken değerlendirilecektir.

##### 4.1.1. Toprak Reaksiyonu (pH) Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprak reaksiyonu üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). pH

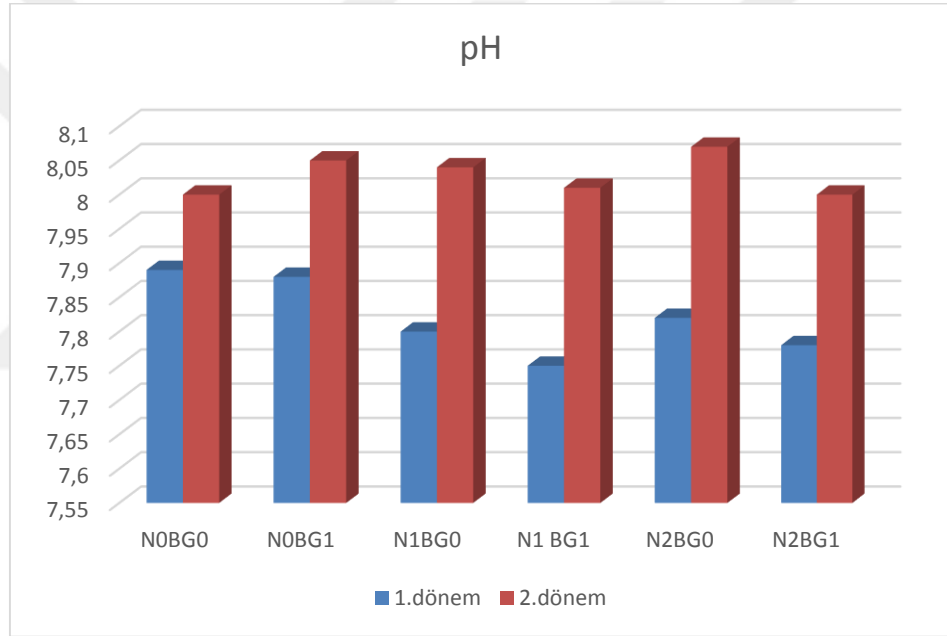


değerleri 1. dönemde 7.75-7.89, 2. dönemde 8.00-8.07 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.1.). Genel olarak, 2. dönem alınan toprak örneklerinin pH değerleri, 1. döneme göre daha yüksek bulunmuştur. 1. dönemde toprak örneklerinin kimyasal gübre uygulamasından sonra alınması ve bu dönemin toprakta bitki ve mikroorganizma faaliyetlerinin fazla olduğu zamana rastlamasının buna neden olduğu söylenebilir. Artan kök salgıları ve mikroorganizma aktivitesi ile topraktaki organik asit oluşumu artış göstermektedir. Bunun yanında kök solunumu ile heterotrof mikroorganizmaların etkinliğinin artması sonucu toprak havasında CO<sub>2</sub> birikimi de artış gösterecektir. Sulama faaliyeti ile birlikte CO<sub>2</sub> ile H<sub>2</sub>O birleşmesi ile oluşan karbonik asit de toprak reaksiyonun düşmesine neden olacaktır. Karbonik asidin zayıf bir asit olması ve mikroorganizma aktivitesinin ortam koşullarına göre değişen faaliyetleri nedeniyle geçici olarak gözükken bu durumun toprak örnekleme zamanına geldiği söylenebilir. 2. dönem örnek alma zamanı ise, sulama faaliyetlerinin bittiği ve toprakta canlı faaliyetlerinin azaldığı döneme rast gelmektedir. Dahası kullanılan sulama suyunun hafif alkaline özelliğinden dolayı hasat zamanında bir pH yükselmesi görülmüş olabilir.

Birinci dönemde, BG uygulanan ve uygulanmayan N<sub>0</sub> dozlarına göre N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> dozlarında pH değeri düşük bulunmuştur. Azotlu gübre olarak fizyolojik asit karakterli amonyum sülfat gübresinin kullanılması, kısa dönemde bu etkiyi yaratmış olabilir. İkinci dönem BG uygulanan parsellerden alınan örneklerde pH değeri, uygulanmayanlara oranla biraz düşük saptanmıştır. BG uygulamasının toprakta mikrobiyolojik faaliyetleri arttırması bunun temel nedeni olarak görülebilir. Sonuç olarak pH değeri bazı faktörlere bağlı olarak küçük oranlarda değişmiştir. BG uygulamasının pH değerini az da olsa etkilediği görülmüştür (Şekil 4.1.).

**Tablo 4.1.** Biyogübre Uygulamasının Toprak Reaksiyonu Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	7.89	7.88	7.80	7.75	7.82	7.78
<b>2.Dönem</b>	8.00	8.05	8.04	8.01	8.07	8.00



**Şekil 4.1.** Biyogübre Uygulamasının Toprak Reaksiyonu Üzerine Etkisi.

#### 4.1.2. Toprak Tuzluluğu (EC) Üzerine Etkileri

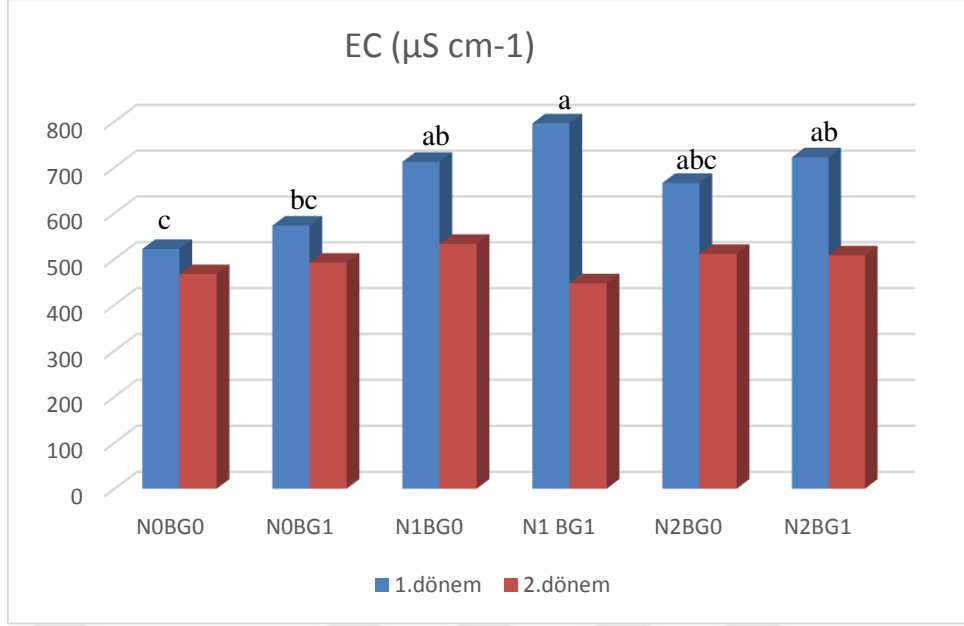
Araştırmada, ele alınan konuların toprak tuzluluğunun göstergesi olan EC değeri üzerine etkileri, 1.dönemde istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $P < 0.05$ ), 2. dönemde ise önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). EC değerleri 1. dönemde  $522-796 \mu\text{S cm}^{-1}$ , 2. dönemde  $447-511 \mu\text{S cm}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir

(Tablo 4.2.). Birinci dönemde BG uygulanmayan ( $BG_0$ ) ve BG uygulanan ( $BG_1$ ) azot dozlarının uygulandığı parsellerde azotun uygulanmadığı parsellere göre EC değerlerinde artış gözlenmiştir. Bu artışlar,  $BG_0N_0$  uygulamasına göre  $BG_0N_1$  ve  $BG_0N_2$  uygulamalarında sırasıyla %36.4, %27.6 oranlarında,  $BG_1N_0$  uygulamasına göre,  $BG_1N_1$ ,  $BG_1N_2$  uygulamalarında sırasıyla %38.9, %26 oranlarında gerçekleşmiştir. Söz konusu artışlara kimyasal azotlu gübrenin tuzluluk etkisinin neden olduğu düşünülmektedir.

İkinci dönemde ise, vejetasyon döneminde gerçekleştirilen sulama uygulamalarının tuzları yıkama etkisi nedeniyle toprakta tuzluluk seviyeleri düşmüştür. Birinci dönem ile ikinci dönem arasındaki tuzluluk seviyelerindeki azalma oranları karşılaştırıldığında, BG uygulanmayan  $N_0$ ,  $N_1$  ve  $N_2$  dozlarında EC değerlerindeki azalma sırasıyla %10.5, %25.1 ve %23.3 oranlarında gerçekleşirken, BG uygulanan  $N_0$ ,  $N_1$  ve  $N_2$  dozlarında bu oranlar sırasıyla %14.1, %43.8 ve %29.6 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.2.). Bu sonuçlar, kimyasal gübrenin toprakta yarattığı tuzluluğun azalmasında BG 'nin olumlu etkisini göstermektedir. Özellikle  $BG_1N_1$  uygulaması %43.8'lik oranla dikkat çekici olmuştur (Şekil 4.2.).

**Tablo 4.2.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta EC Değeri ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	$BG_0N_0$	$BG_1N_0$	$BG_0N_1$	$BG_1N_1$	$BG_0N_2$	$BG_1N_2$
<b>1.Dönem</b>	522c	573bc	712ab	796a	666abc	722ab
<b>2.Dönem</b>	467	492	533	447	511	508



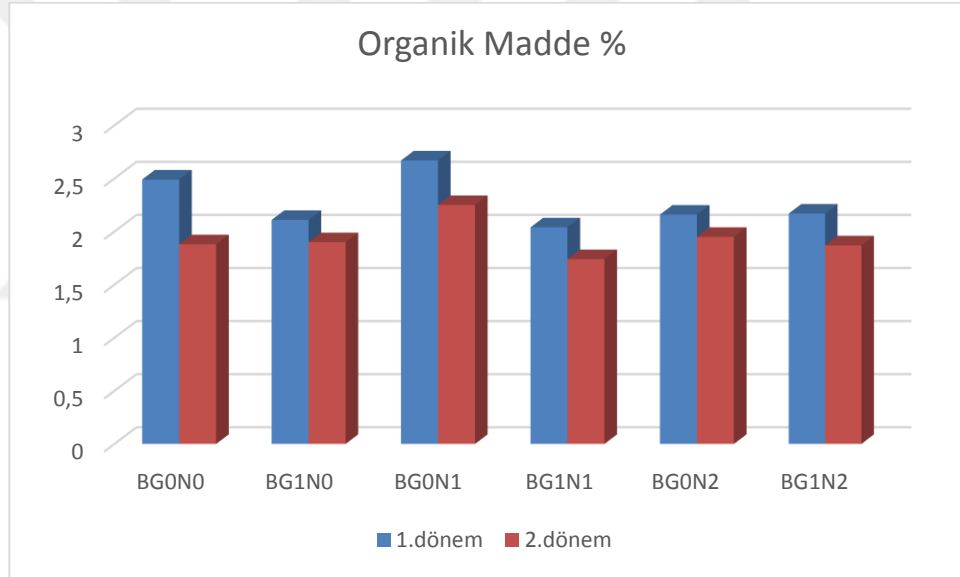
Şekil 4.2. Biyogübre Uygulamasının Toprakta EC Değeri (µS cm<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

#### 4.1.3. Toprakta Organik Madde Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprak organik maddesi üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta organik madde miktarları 1. dönemde %2.04-2.67, 2. dönemde %1.74-2.25 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.3.). Birinci döneme göre ikinci dönemde organik madde miktarlarında tüm uygulamalarda azalma gözlenmiştir (Şekil 4.3.). Bu azalma uygulama bazında incelendiğinde, BG uygulanmayan N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> dozlarında sırasıyla %24.5, %15.7 ve %9.7 oranlarında gerçekleşirken, BG uygulanan N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> dozlarında bu oranlar sırasıyla %10.0, %14.7 ve %13.8 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.3.). Genel olarak, BG uygulanan parsellerde uygulanmayan parsellere göre organik madde miktarında daha düşük oranda azalma meydana gelmiştir. BG uygulamasıyla toprak biokütlesinde artış olması bunun nedeni olabilir. İki dönem arasında en fazla azalma BG<sub>0</sub>N<sub>0</sub> uygulamasında ortaya çıkmıştır. BG ve azotlu gübrenin uygulanmadığı bu parsellerde, mikroorganizmaların azot gereksinimlerini karşılamak amacıyla, toprak organik maddesini daha fazla mineralizasyona uğratmaları bunun nedeni olarak düşünülebilir.

**Tablo 4.3.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Organik Madde (%) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	2.49	2.11	2.67	2.04	2.16	2.17
<b>2.Dönem</b>	1.88	1.90	2.25	1.74	1.95	1.87



**Şekil 4.3.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Organik Madde (%) Üzerine Etkisi.

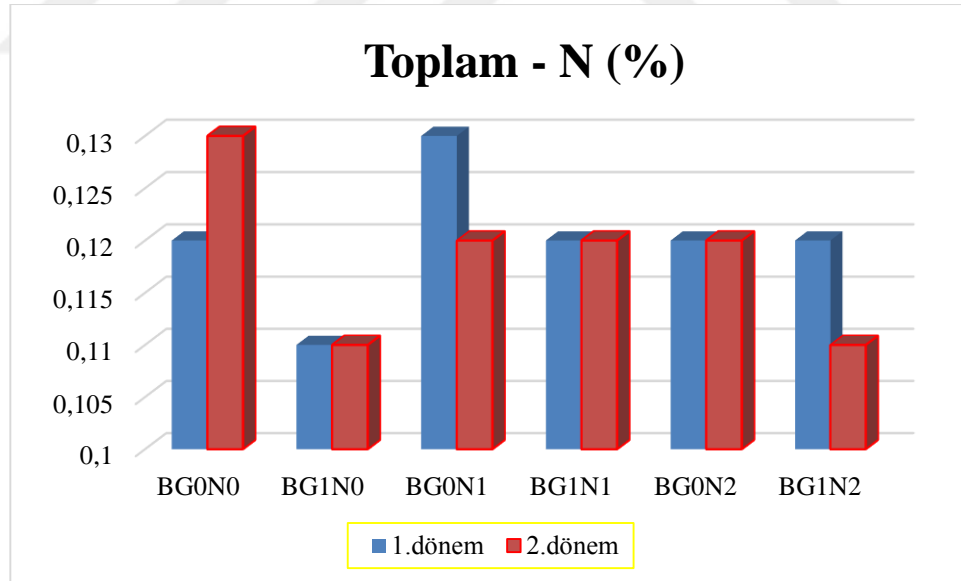
#### 4.1.4. Toprakta Toplam-N Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprakta toplam-N üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta toplam-N miktarları 1. dönemde %0.115-0.128, 2. Dönemde %0.113-0.130 arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.4.). Toprakların toplam-N içeriklerinde her iki

dönemde de uygulanan konulara göre çok net farklılıklar gözlenmemiştir (Şekil 4.4.). BG uygulanan parsellerdeki toprakların toplam-N değerleri uygulanmayanlara oranla çok az düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin BG uygulanan parsellerde azotun bitkiler tarafından daha fazla değerlendirilmesinin olabileceği düşünülmektedir.

**Tablo 4.4.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Toplam-N (%) Miktarı Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	0.120	0.115	0.128	0.120	0.120	0.116
<b>2.Dönem</b>	0.130	0.113	0.120	0.117	0.117	0.113



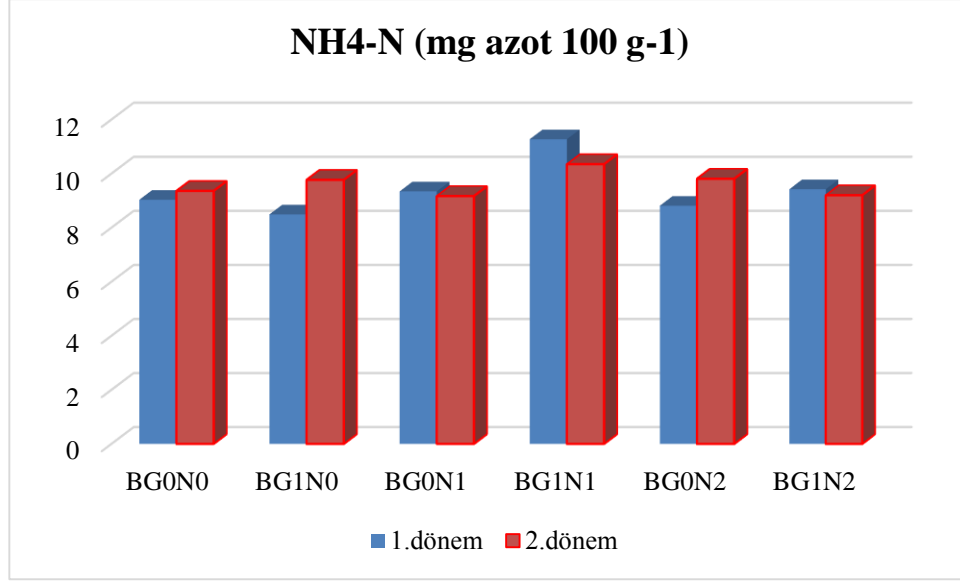
**Şekil 4.4.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Toplam-N (%) Miktarı Üzerine Etkisi.

#### 4.1.5. Toprakta NH<sub>4</sub>-N Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprakta NH<sub>4</sub>-N miktarı üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta NH<sub>4</sub>-N miktarları 1. dönemde 8.49–11.17 mg azot 100 g<sup>-1</sup>, 2. dönemde 9.17–10.35mg azot 100 g<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.5.). Birinci dönem örneklerinde, NH<sub>4</sub>-N miktarları BG uygulanan ve uygulanmayan parsellerde N<sub>0</sub> dozuna göre, azotlu gübre (%21N amonyum sülfat) uygulanan parsellerde genelde daha yüksek bulunmuş, sadece BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub> parsellerinde daha küçük değerler gözlenmiştir. NH<sub>4</sub> formunda azotlu gübre uygulanmasının bu farkı yaratmış olacağı düşünülmektedir. İkinci dönemde ise bu değişim düzensiz olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca ikinci dönemde toprakların NH<sub>4</sub>-N içerikleri birinci döneme yakın bulunmuştur. Dikkat çekici olan ise, her iki dönemde BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> parsellerinde en yüksek NH<sub>4</sub>-N değerlerinin gerçekleşmiş olmasıdır (Şekil 4.5.). BG<sub>0</sub>N<sub>0</sub> uygulamasına göre BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasında artış %25, BG<sub>1</sub>N<sub>0</sub> uygulamasına göre ise bu artış oranı %33 civarında gerçekleşmiştir.

**Tablo 4.5.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta NH<sub>4</sub>-N (mg azot 100 g<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	9.03	8.49	9.34	11.27	8.81	9.42
<b>2.Dönem</b>	9.36	9.77	9.17	10.35	9.81	9.20



**Şekil 4.5.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta NH<sub>4</sub>-N (mg azot 100 g<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

#### 4.1.6. Toprakta NO<sub>3</sub>-N Üzerine Etkileri

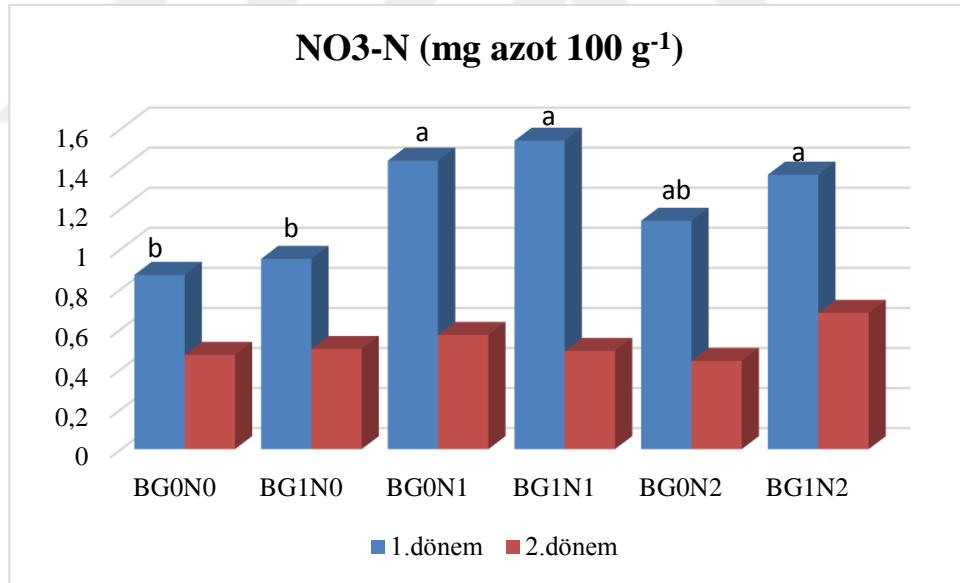
Araştırmada, ele alınan konuların, toprakta NO<sub>3</sub>-N miktarı üzerine etkileri, 1.dönemde istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $P < 0.05$ ), 2. dönemde ise önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). NO<sub>3</sub>-N miktarları 1. dönemde 0.87 – 1.54 mg azot 100 g<sup>-1</sup>, 2. dönemde 0.44 – 0.68 mg azot 100 g<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.6.). Birinci dönemde toprakta en yüksek NO<sub>3</sub>-N miktarına BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasıyla ulaşılmış, bunu sırasıyla BG<sub>0</sub>N<sub>1</sub> ve BG<sub>1</sub>N<sub>2</sub> uygulamaları takip etmiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. BG<sub>1</sub>N<sub>0</sub> uygulamasına göre BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasında NO<sub>3</sub>-N miktarında %65.5 oranında bir artış gözlenmiştir. Azot uygulanan parsellerde, uygulanmayan parsellere göre daha yüksek NO<sub>3</sub>-N saptanması, bu parsellere NH<sub>4</sub> içerikli azotlu gübre uygulanmasının nitrifikasyonu arttırdığının bir göstergesidir. İkinci dönemde genelde tüm parsellerin NO<sub>3</sub>-N miktarlarında bir azalma belirlenmiştir (Şekil 4.6.). Bitki kullanımı ve yıkanma nedeniyle bu azalmanın meydana geldiği söylenebilir. Bu dönemde en yüksek NO<sub>3</sub>-N BG<sub>1</sub>N<sub>2</sub> uygulamasında, en düşük ise BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub> uygulamasında saptanmıştır. Bu sonuç, BG uygulamasıyla NO<sub>3</sub>



içerikli gübre uygulamasının topraktaki NO<sub>3</sub>-N miktarını olumlu etkilediğinin göstergesidir.

**Tablo 4.6.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta NO<sub>3</sub>-N (mg azot 100 g<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	0.87b	0.95b	1.44a	1.54a	1.14ab	1.37a
<b>2.Dönem</b>	0.47	0.50	0.57	0.49	0.44	0.68



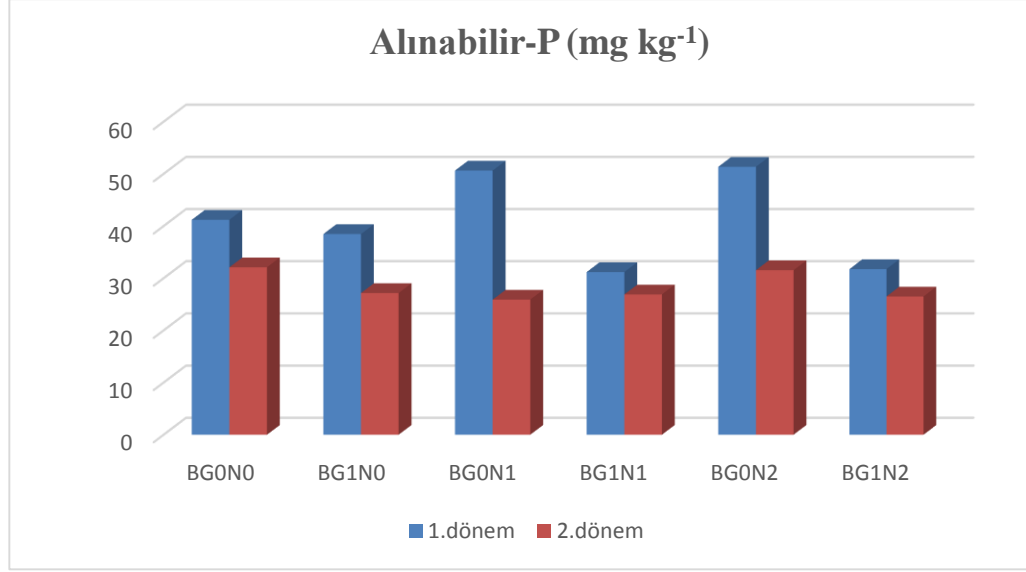
**Şekil 4.6.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta NO<sub>3</sub>-N (mg azot 100 g<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

#### 4.1.7. Toprakta Alınabilir-P Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprakta alınabilir-P miktarı üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta alınabilir-P miktarları 1. dönemde 31.19 – 51.37 mg kg<sup>-1</sup>, 2. dönemde 25.90 – 32.10 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.7.). Birinci dönemde BG uygulanan tüm parsellerin alınabilir-P içerikleri BG uygulanmayan parsellerden daha düşük bulunmuştur. Aynı dönemde BG uygulanmayan N<sub>0</sub> parsellerine göre, N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> parsellerinde alınabilir-P miktarları daha yüksek bulunurken, BG uygulanan parsellerde ise, daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.7.). İkinci dönemde tüm parsellerin alınabilir-P içerikleri, birinci döneme göre daha düşük saptanmıştır. Test bitkisi olarak yetiştirilen mısırın, alınabilir-P kullanması bu azalmanın nedeni olabilir. Ayrıca, ikinci dönemde, BG uygulanan ve uygulanmayan bütün parsellerde, N<sub>0</sub> uygulamasına göre N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında daha düşük alınabilir-P belirlenmiştir. Bu durum azot uygulamasının alınabilir-P'un bitki tarafından değerlendirilmesini olumlu etkilediğini göstermektedir.

**Tablo 4.7.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-P (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	41.20	38.47	50.64	31.19	51.37	31.75
<b>2.Dönem</b>	32.10	27.16	25.90	26.90	31.54	26.51



**Şekil 4.7.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.

#### 4.1.8. Toprakta Alınabilir-K Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprakta alınabilir-K miktarı üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta alınabilir-K miktarları 1. dönemde  $288.69 - 335.93 \text{ mg kg}^{-1}$ , 2. dönemde  $265.88 - 375.66 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.8.). BG uygulanmayan parsellerde  $N_0$  dozuna göre,  $N_1$  dozunda alınabilir-K miktarı artış göstermiş,  $N_2$  dozunda ise aynı düzeyde kalmıştır. BG uygulanan parsellerde ise,  $N_0$  dozuna göre  $N_1$  ve  $N_2$  dozlarında azalma meydana gelmiştir. İkinci dönemde, BG uygulanmayan parsellerde alınabilir-K miktarında  $N_0$  dozuna göre  $N_1$  ve  $N_2$  dozlarında artış, BG uygulanan parsellerde ise, azalış saptanmış olup, birinci döneme benzerlik göstermiştir (Şekil 4.8.). İki dönem arasındaki farklılıklar karşılaştırıldığında, BG uygulanmayan parsellerde alınabilir-K miktarı sadece  $N_1$  dozunda ikinci dönemde artış değerlerinde azalmıştır. BG uygulanan parsellerde ise, tüm azot dozlarında birinci döneme göre alınabilir-K miktarı artmıştır. BG uygulaması potasyumun yarıyırlı hale gelmesini teşvik etmiştir.

**Tablo 4.8.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	304.44	335.93	330.69	288.69	304.44	304.44
<b>2.Dönem</b>	265.88	357.14	375.66	292.33	300.27	328.04



**Şekil 4.8.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-K ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.

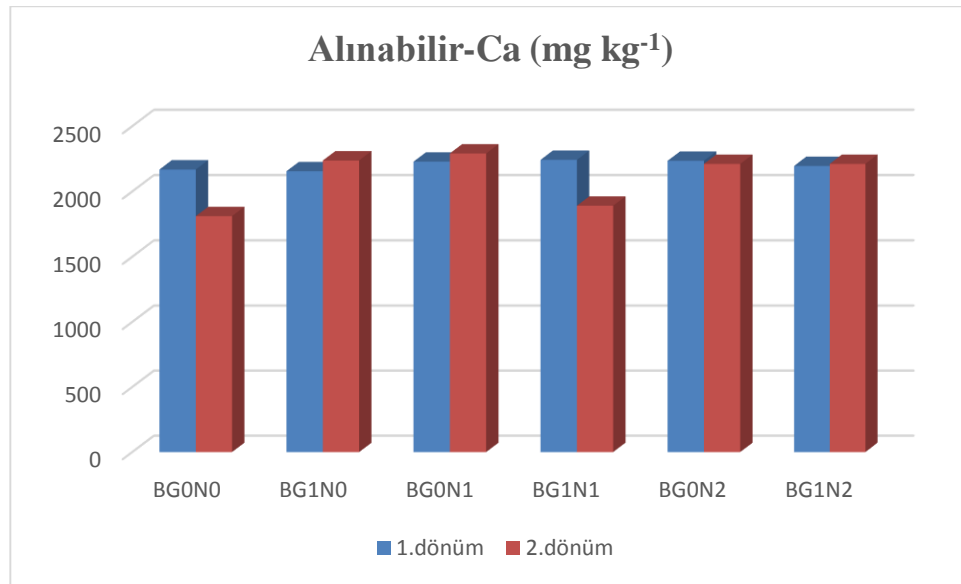
#### 4.1.9. Toprakta Alınabilir-Ca Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprakta alınabilir-Ca miktarı üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta alınabilir-Ca miktarları 1. dönemde 2168 – 2242  $\text{mg kg}^{-1}$ , 2. dönemde 1811 – 2291  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.9.). Çalışmada ele alınan konulara göre, tüm uygulamalarda 1. dönemde alınabilir-Ca miktarları

yaklaşık aynı düzeylerde saptanmıştır. İkinci dönemde ise, BG uygulanan parsellerle uygulanmayan parseller karşılaştırıldığında, BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasında alınabilir-Ca miktarının azaldığı görülmüştür. Bu durum, istatistiksel olarak bir fark saptanmamış olsa da BG uygulamasının kalsiyumun test bitkisi tarafından daha iyi değerlendirilmesini sağladığını düşündürmektedir (Şekil 4.9.).

**Tablo 4.9.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Ca (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	2168	2155	2228	2242	2235	2195
<b>2.Dönem</b>	1811	2237	2291	1891	2211	2211



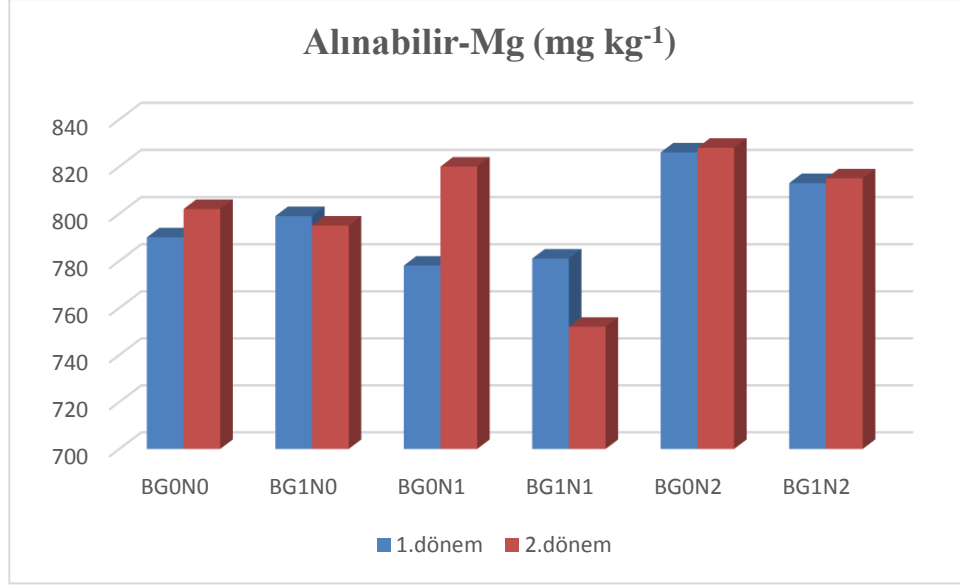
**Şekil 4.9.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Ca (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

#### 4.1.10. Toprakta Alınabilir-Mg Üzerine Etkileri

Araştırmada, ele alınan konuların toprakta alınabilir-Mg miktarı üzerine etkilerinin, her iki dönemde de, istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta alınabilir-Mg miktarları 1. dönemde 779 – 827 mg kg<sup>-1</sup>, 2. dönemde 752 – 828 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.10.). Birinci dönemde BG uygulanan ve uygulanmayan farklı azot dozlarının uygulandığı parsellerdeki alınabilir-Mg miktarları karşılaştırıldığında, BG uygulanan parsellerin genelde bir miktar daha fazla alınabilir-Mg içerdiği görülmüştür. İkinci dönemde ise, BG uygulanan parsellerdeki alınabilir-Mg uygulanmayanlara oranla daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.10.). BG uygulamasından sonra toprakta mikroorganizma popülasyonunun artışı, bu sonucun temel nedeni olarak düşünülebilir.

**Tablo 4.10.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Mg (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>1.Dönem</b>	790	799	779	782	827	813
<b>2.Dönem</b>	802	795	820	752	828	815



**Şekil 4.10.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.

#### 4.1.11. Toprakta Bazı Alınabilir Mikro Besin Maddeleri (Fe, Zn, Mn, Cu) Üzerine Etkileri

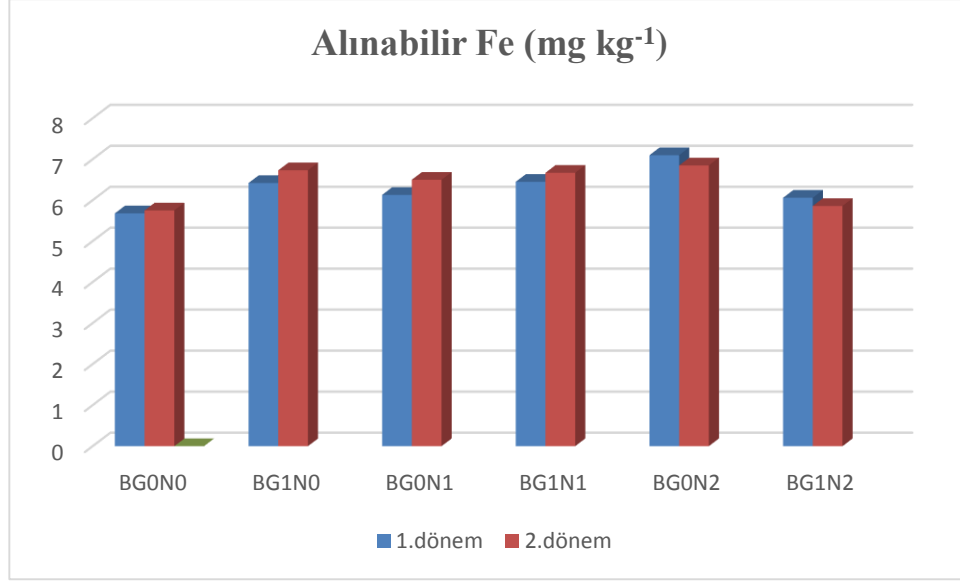
Biyogübre uygulamasının toprağın mikro besin maddesi içerikleri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları Tablo 4.11.'de verilmiştir. Araştırmada, ele alınan konuların toprakta alınabilir-Fe, alınabilir-Zn ve alınabilir-Cu miktarı üzerine etkileri, her iki dönemde de istatistiksel olarak önemli bulunmazken, alınabilir-Mn üzerine etkisi ise birinci dönemde önemsiz, ikinci dönemde önemli bulunmuştur ( $P>0.01$ ) (Ek A.3., Ek A.4.). Toprakta alınabilir-Fe miktarları 1. dönemde  $5.68 - 7.10 \text{ mg kg}^{-1}$ , 2. dönemde  $5.75 - 6.85 \text{ mg kg}^{-1}$ , alınabilir-Zn miktarları 1. dönemde  $3.22 - 4.34 \text{ mg kg}^{-1}$ , 2. dönemde  $3.24 - 4.28 \text{ mg kg}^{-1}$ , alınabilir-Mn miktarları 1. dönemde  $5.25 - 6.28 \text{ mg kg}^{-1}$ , 2. dönemde  $3.53 - 5.10 \text{ mg kg}^{-1}$  ve alınabilir-Cu miktarları 1. dönemde  $1.45 - 1.74 \text{ mg kg}^{-1}$ , 2. dönemde  $1.32 - 1.65 \text{ mg kg}^{-1}$ , arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.11.).

**Tablo 4.11.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Bazı Alınabilir Mikro Besin maddeleri (Fe, Zn, Mn, Cu) üzerine etkisi ( $\text{mg kg}^{-1}$ ).

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>Alınabilir-Fe</b>						
<b>1.Dönem</b>	5.68	6.42	6.13	6.45	7.10	6.06
<b>2.Dönem</b>	5.75	6.73	6.50	6.67	6.85	5.86
<b>Alınabilir-Zn</b>						
<b>1.Dönem</b>	4.07	3.41	4.34	3.22	3.98	3.50
<b>2.Dönem</b>	3.52	4.28	3.91	3.37	3.24	3.72
<b>Alınabilir-Mn</b>						
<b>1.Dönem</b>	6.28	5.25	5.98	5.35	5.52	5.72
<b>2.Dönem</b>	5.10a	3.69bc	5.09a	3.53c	4.44ab	4.12bc
<b>Alınabilir-Cu</b>						
<b>1.Dönem</b>	1.59	1.55	1.74	1.47	1.45	1.57
<b>2.Dönem</b>	1.53	1.40	1.65	1.32	1.48	1.55

Çalışmada, BG uygulanan ve uygulanmayan farklı azot dozlarının uygulandığı parsellerin alınabilir-Fe içerikleri karşılaştırıldığında, birinci dönemde N<sub>2</sub> dozu dışında diğer uygulamalarda BG uygulanan parsellerde daha yüksek bulunmuştur. İkinci dönemde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. İki dönem alınan toprak örneklerinin alınabilir-Fe içerikleri karşılaştırıldığında ise, BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub> ve BG<sub>1</sub>N<sub>2</sub> uygulamalarında azalma, diğer uygulamalarda bir artış olduğu belirlenmiştir. Özellikle BG uygulanan parsellerde uygulanmayanlara oranla (N<sub>2</sub> dozu hariç) artış gözlenmesi demir besin elementinin yararlılığını arttırdığını göstermektedir (Şekil 4.11.).

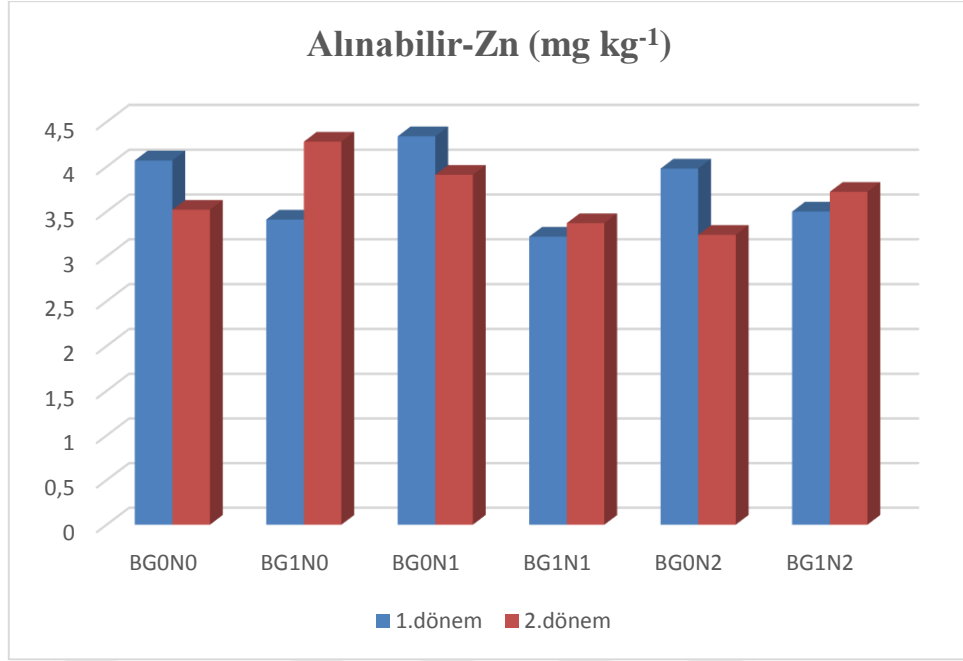




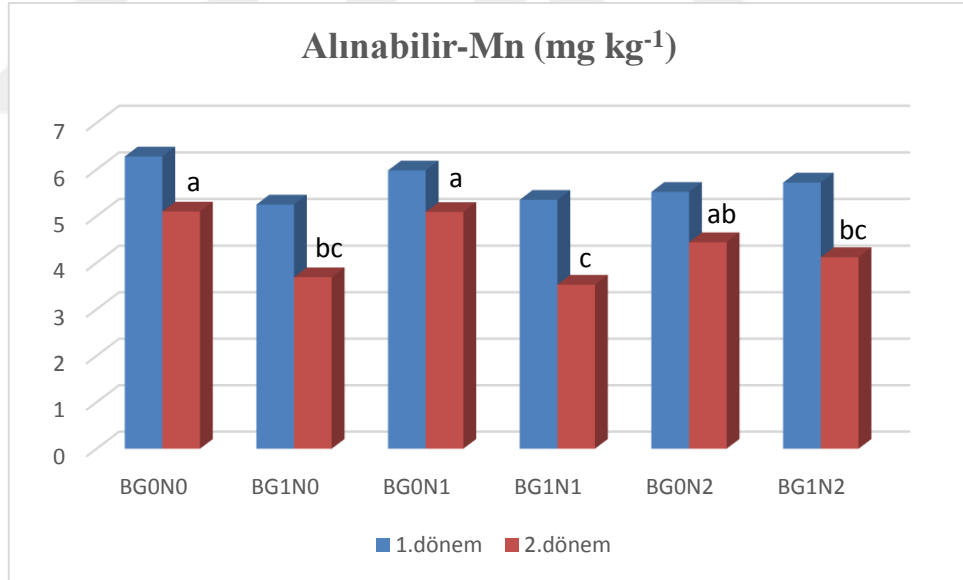
**Şekil 4.11.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) Üzerine Etkisi.

Alınabilir-Zn miktarı BG uygulanan parsellerde birinci dönemde uygulanmayanlara göre daha düşük bulunmuştur. İkinci dönemde de BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulaması hariç yine aynı değişim gözlenmiştir. İki dönemin karşılaştırılmasında ise, BG uygulanmayan parsellerde alınabilir-Zn azalırken, BG uygulanan parsellerde artmıştır. Bu sonuç, BG uygulamasının çinkonun yararlılığını arttırdığını göstermektedir (Şekil 4.12).

Alınabilir-Mn birinci dönemde, N<sub>2</sub> uygulaması hariç diğer uygulamalarda BG uygulanan parsellerde daha düşük değerlerde bulunmuştur. İkinci dönemde de BG uygulanan tüm parsellerde uygulanmayanlara oranla daha düşük değerler saptanmıştır. İkinci dönemde tüm uygulamaların alınabilir-Mn içeriği birinci döneme göre daha düşük belirlenmiştir (Şekil 4.13.). Bu sonuçlar, BG uygulamasının mikroorganizma popülasyonunda sağladığı artışa paralel olarak mangan kullanımını arttırdığını düşündürmektedir.



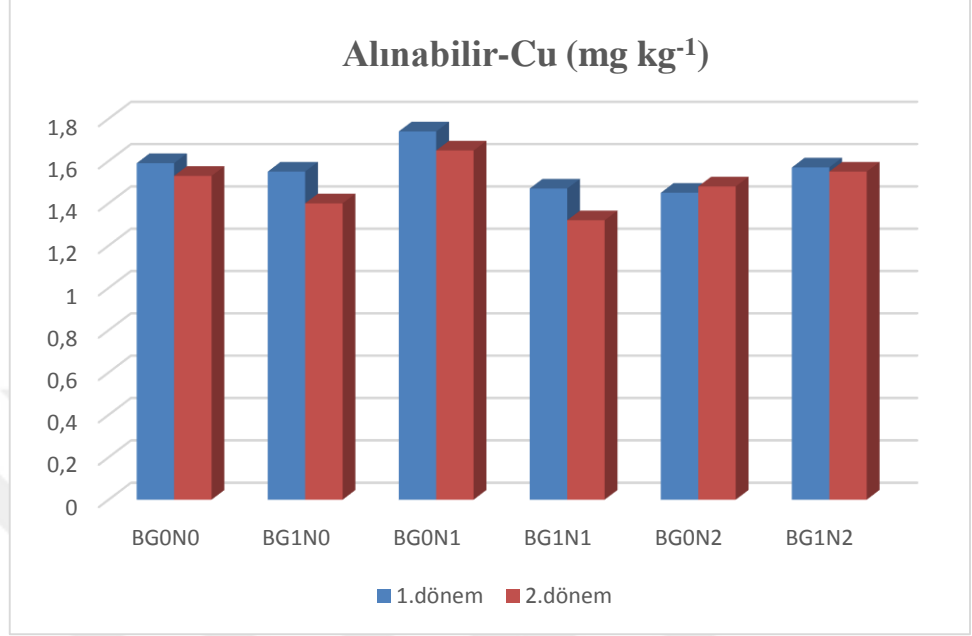
**Şekil 4.12.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Zn (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.



**Şekil 4.13.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Mn (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

Alınabilir-Cu BG uygulanan parsellerde N<sub>2</sub> parselleri hariç, uygulanmayanlarda her iki dönemde de daha düşük saptanmıştır. İki dönem karşılaştırıldığında, 2. dönemde daha düşük alınabilir-Cu değerleri belirlenmiştir

(Şekil 4.14.). BG uygulamasının, mikroorganizma popülasyonunda sağladığı artışa paralel olarak daha fazla bakır tüketilmesine neden olduğu söylenebilir.



**Şekil 4.14.** Biyogübre Uygulamasının Toprakta Alınabilir-Cu (mg kg<sup>-1</sup>) Üzerine Etkisi.

#### 4.2. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinde Yaprakların Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkileri

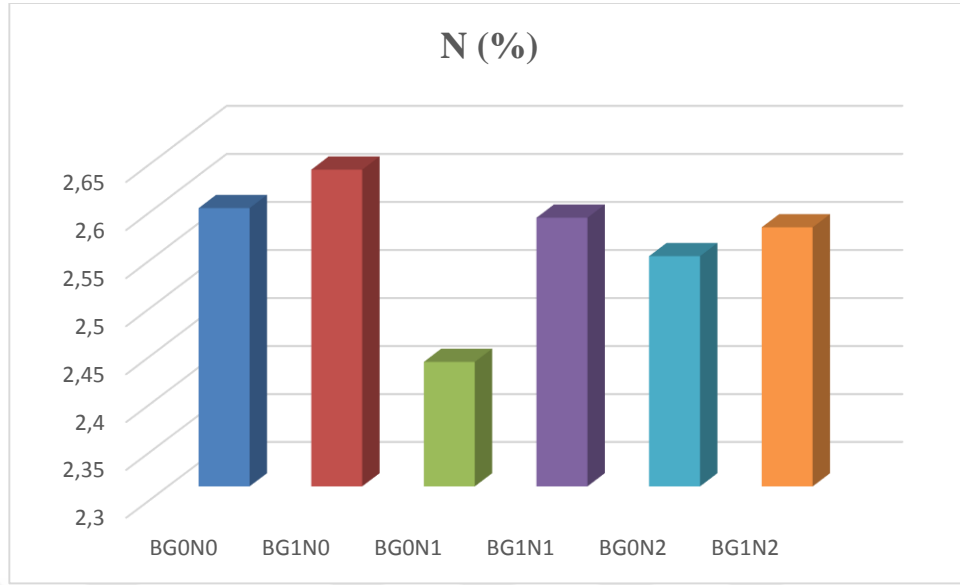
Mısır bitkisi tam püskül çıkarma aşamasındayken en alttaki koçanın karşısında ve altında bulunan ilk yaprak örnek olarak alınmıştır. Bu yapraklarda yapılan bitki analizlerinden elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmelerinde, incelenen konuların mısır bitkisinin besin maddesi içerikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Ek B.5.). İncelenen konuların mısır bitkisinin besin maddesi içerikleri üzerindeki tek yönlü etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Ek B.6.'da, besin maddesi içerikleri üzerine etkisini gösteren analiz sonuçları ise Tablo 4.12.'de verilmiştir. Araştırmada, ele alınan konuların mısır bitkisinde N, P, K, Ca, Mg, Zn ve Mn içerikleri üzerine etkileri, istatistiksel olarak önemli bulunmazken, Fe ve Cu üzerine etkisi ise önemli

bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Ek B.6.). Mısır bitki örneklerinde azot %2.43 – 2.67 fosfor %0.18 – 0.20, potasyum %1.44 – 1.65, kalsiyum %0.24 – 0.30, magnezyum %0.19 – 0.23, demir 113 – 137 mg kg<sup>-1</sup>, çinko 24 – 29 mg kg<sup>-1</sup>, mangan 16 – 21 mg kg<sup>-1</sup> ve bakır 15 – 21 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.12.). Elde edilen bu değerler Jones ve ark.'nın [82] önerdiği sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, test bitkisi olarak yetiştirilen mısırın N, P, K, Mg ve Mn içeriklerinin “noksan” düzey ile “yeterli” düzeyin tam sınırında yer aldığı, Ca, Fe, Zn ve Cu içeriklerinin ise “yeterli” düzeyde olduğu görülmüştür.

**Tablo 4.12.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi.

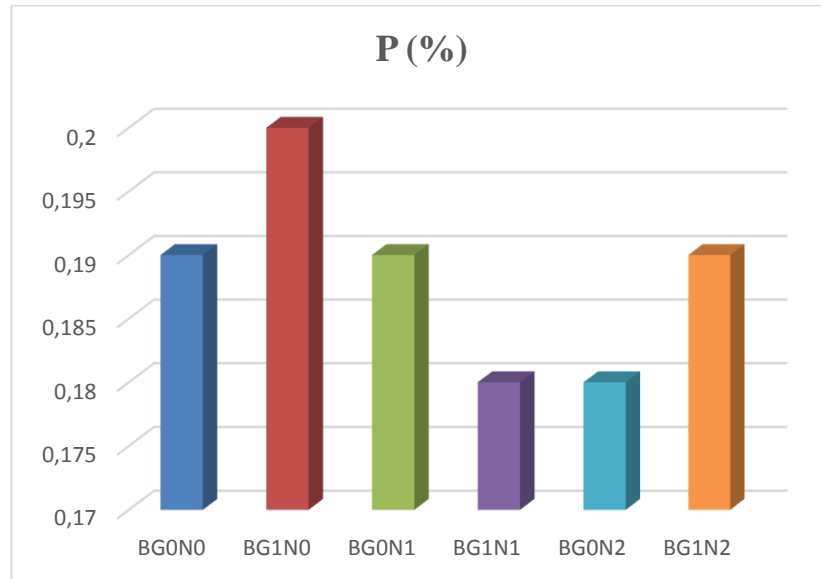
Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>N</b> (%)	2.59	2.63	2.43	2.58	2.54	2.57
<b>P</b> (%)	0.19	0.20	0.19	0.18	0.18	0.19
<b>K</b> (%)	1.65	1.60	1.55	1.44	1.49	1.60
<b>Ca</b> (%)	0.24	0.30	0.27	0.29	0.24	0.30
<b>Mg</b> (%)	0.23	0.23	0.21	0.19	0.20	0.21
<b>Fe</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	117bc	129abc	118abc	135ab	113c	137a
<b>Zn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	26	27	29	24	25	28
<b>Mn</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	21	16	19	18	19	18
<b>Cu</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	15c	17bc	16bc	21a	15c	19ab

BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin azot içerikleri, istatistiksel olarak farklı bulunmasa da uygulanmayan parsellerden alınan bitki örneklerine göre bir miktar yüksek bulunmuştur (Şekil 4.15.). En yüksek artış ise, BG<sub>0</sub>N<sub>1</sub> uygulamasına göre %6.17 oranla BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasıyla gerçekleşmiştir.



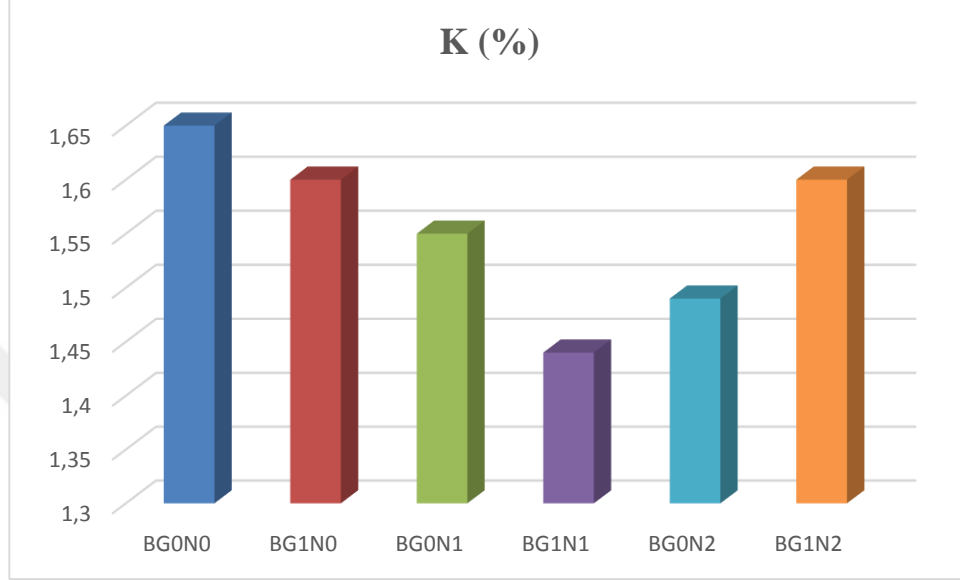
**Şekil 4.15.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Azot İçeriğine Etkisi.

BG ve azot uygulamalarının bitkide fosfor içeriğini etkilemediği saptanmıştır. Tüm uygulamalarda birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.16.).



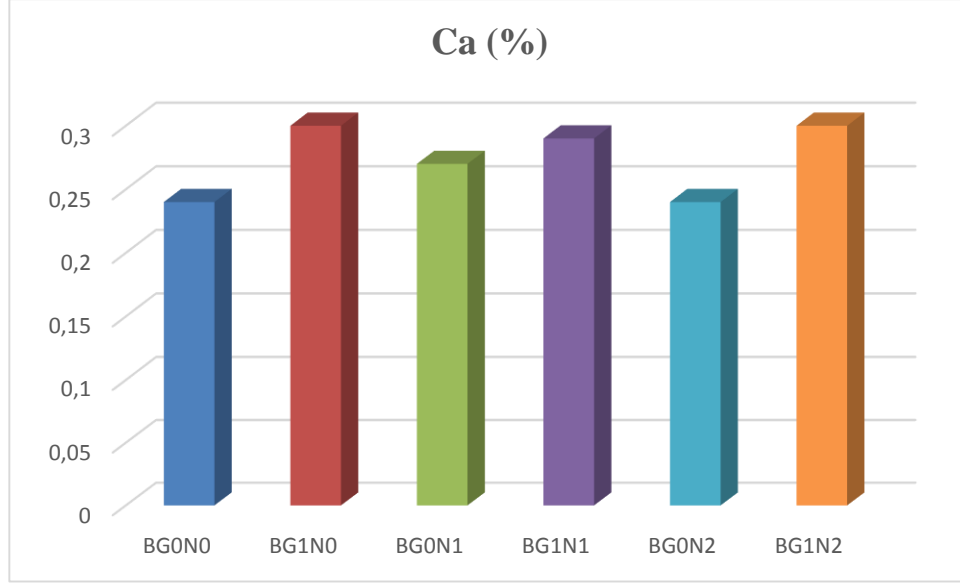
**Şekil 4.16.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Fosfor İçeriğine Etkisi.

Biyogübre uygulamalarının bitkinin potasyum içeriğine etkisinin incelenmesinde, N<sub>2</sub> dozu hariç BG uygulanan parsellerde bitkide potasyum daha düşük bulunmuştur. En düşük potasyum ise BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> dozunda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre BG kullanımının potasyum besin elementinin kullanım oranını arttırdığı söylenebilir (Şekil 4.17.).



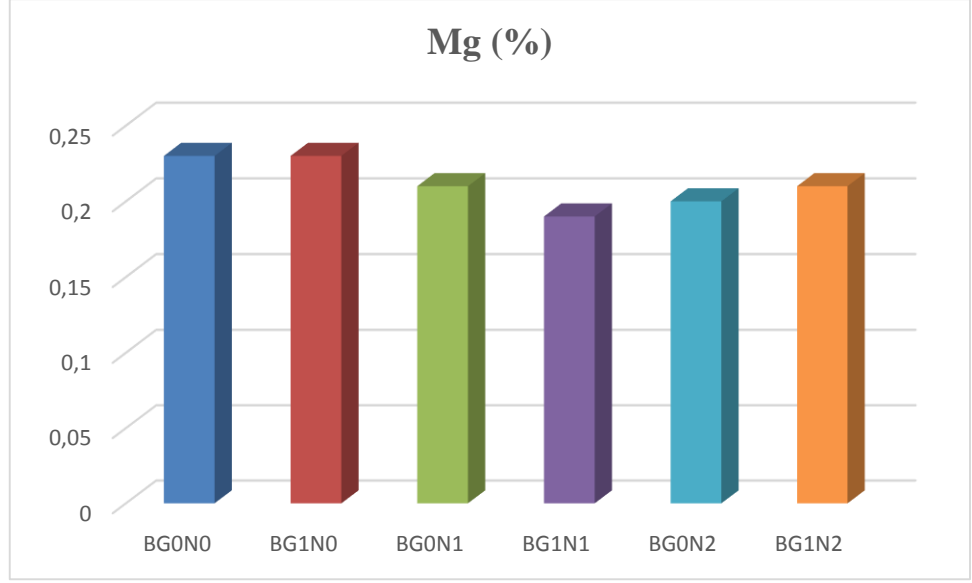
**Şekil 4.17.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Potasyum İçeriğine Etkisi.

BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin kalsiyum içeriği uygulanmayanlara oranla daha yüksek belirlenmiştir. BG uygulaması test bitkisi olan mısırın kalsiyumdan daha fazla yararlanmasını sağlamıştır (Şekil 4.18.).



**Şekil 4.18.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Kalsiyum İçeriğine Etkisi.

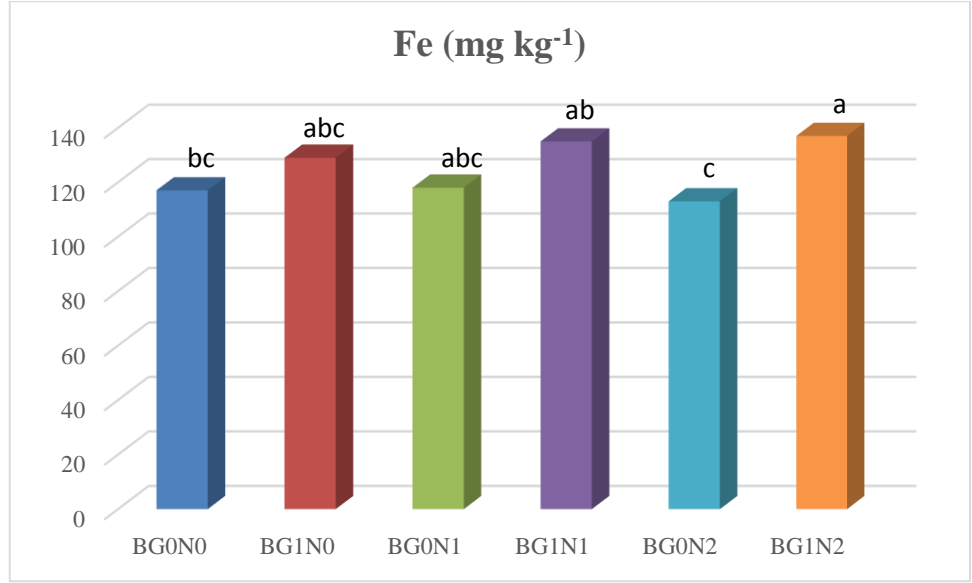
Bitkilerin magnezyum içerikleri azotun uygulanmadığı  $N_0$  dozlarında, azot uygulanan  $N_1$  ve  $N_2$  dozlarına göre BG uygulanan ve uygulanmayan parsellerde daha yüksek bulunmuştur. BG uygulaması bitkilerin magnezyum içeriklerini etkilememiş, azot ise çok azda olsa olumsuz yönde bir etki göstermiştir (Şekil 4.19. ).



**Şekil 4.19.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Magnezyum İçeriğine Etkisi.

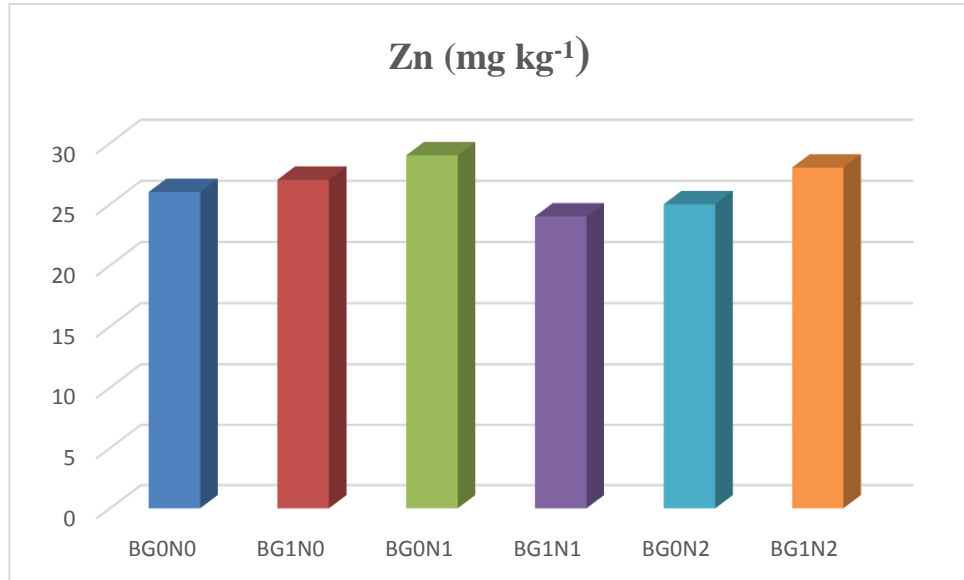
Bitki örneklerinin mikro besin maddelerinden demir içerikleri BG uygulamasıyla artış göstermiştir. Bu artış  $N_0$  dozunda % 10,3,  $N_1$  dozunda % 14,4 ve  $N_2$  dozunda %21,2 oranlarında gerçekleşmiştir. BG uygulanmayan parsellerde azot dozlarına paralel olarak herhangi bir artış olmazken, hatta  $N_2$  dozunda bir azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, BG uygulamasının bitkinin demir alınımını ve buna bağlı olarak bitkinin demir içeriğini önemli ölçüde olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Şekil 4.20.).





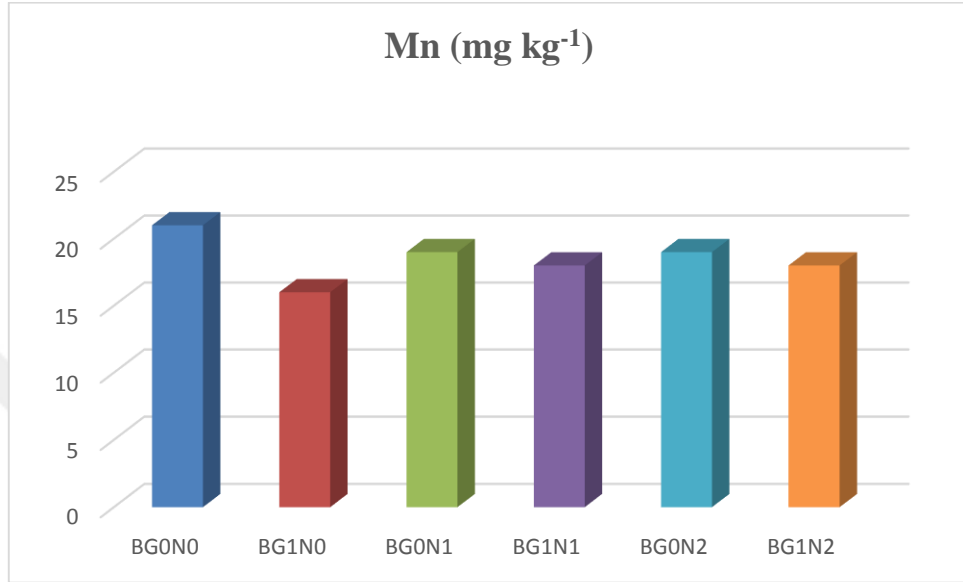
**Şekil 4.20.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Demir İçeriğine Etkisi.

BG uygulamasının mısır bitkisinin çinko içeriklerini etkilemediği gözlenmiştir (Şekil 4.21.). BG uygulanmayan parsellerden alınan bitki örneklerinin ortalama çinko içerikleri  $26.6 \text{ mg kg}^{-1}$ , BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin çinko içerikleri ise  $26.3 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.



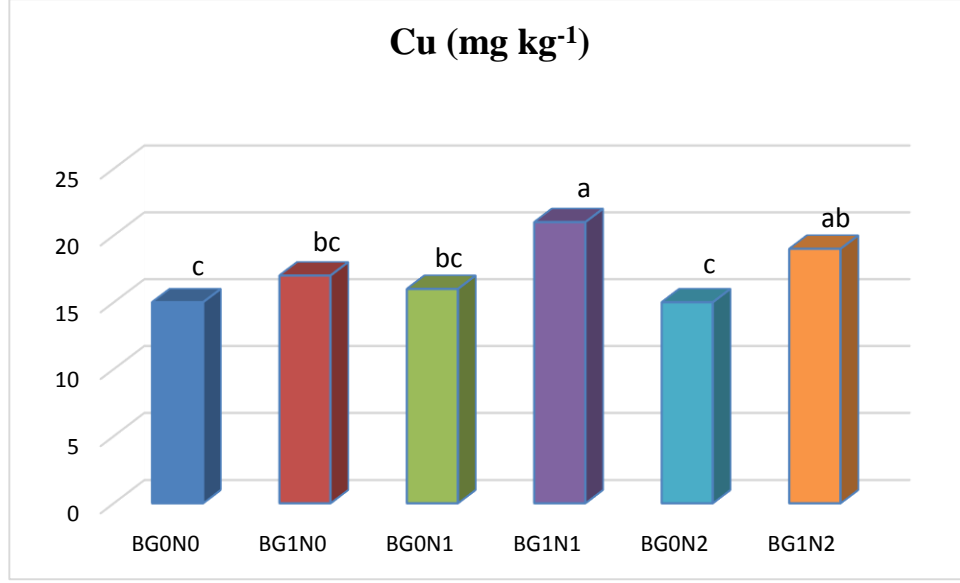
**Şekil 4.21.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Çinko İçeriğine Etkisi.

BG uygulaması mısır bitkisinin mangan içerikleri üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir (Şekil 4.22.). BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin mangan içerikleri bir miktar düşük bulunsa da, bu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



**Şekil 4.22.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Mangan İçeriğine Etkisi.

BG uygulaması ile bitki örneklerinin bakır içeriklerinde bir artış gözlenmiştir. BG uygulanmayan parsellerde azot dozlarına bağlı olarak bitkilerin bakır içerikleri değişmemiştir. BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin bakır içeriklerindeki artış, N<sub>0</sub> dozunda %13.3, N<sub>1</sub> dozunda %31.3 ve N<sub>2</sub> dozunda %26.7 oranında gerçekleşmiş ve azot uygulaması ile beraber de artış göstermiştir. Bu sonuçlar BG uygulamasının bakır beslenmesi üzerindeki etkisini net bir şekilde ortaya koymaktadır (Şekil 4.23.).



**Şekil 4.23.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bakır İçeriğine Etkisi.

#### **4. 3. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkileri**

Hasatta mısır bitkisinde bazı agronomik özellikler arazide ve laboratuarda yapılan ölçümlerle belirlenmiştir. Bu ölçümlerden elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmelerinde, incelenen konuların mısır bitkisinin bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.(Ek B.5.). İncelenen konuların mısır bitkisinin farklı agronomik özellikleri üzerindeki tek yönlü etkilerini gösteren varyans analiz tablosu Ek B.6.'da verilmiştir. Bu tablodaki istatistiksel sonuçlar, agronomik özellikler ayrı ayrı incelenirken değerlendirilecektir. Ele alınan konuların agronomik özellikler üzerine etkisini gösteren ölçüm sonuçları ise Tablo 4.13.'de verilmiştir.

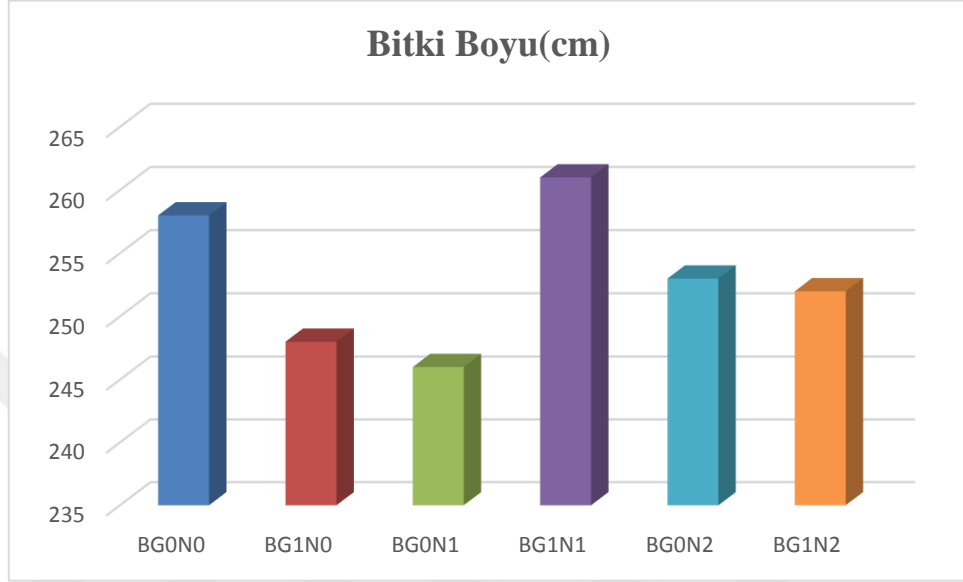
**Tablo 4.13.** Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkisi.

Uygulamalar	BG <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	BG <sub>0</sub> N <sub>2</sub>	BG <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
<b>Bitki Boyu (cm)</b>	258	248	246	261	253	252
<b>İlk Koçan Yük. (cm)</b>	107a	101bc	98c	105ab	99c	98c
<b>Bitkide Sap Kalınlığı (mm)</b>	16c	16c	16c	18a	17ab	17ab
<b>Koçan Boyu (cm)</b>	20	20	21	21	20	21
<b>Koçan Çapı (mm)</b>	43bc	42c	44abc	45ab	46a	45ab
<b>Koçandaki Sıra Sayısı (adet)</b>	15	16	16	16	15	16
<b>Koçanda Tane Ağırlığı (g koçan<sup>-1</sup>)</b>	92.8	115.1	87.0	147.5	91.6	109.6
<b>Tek Koçan Ağırlığı (g)</b>	127.3	149.2	123.3	182.5	127.5	146.2
<b>Bin Tane Ağırlığı (g)</b>	343	347	350	370	343	377
<b>Tane Verimi (kg da<sup>-1</sup>)</b>	761	944	714	1209	751	899

#### 4.3.1. Biyogübre Uygulamasının Bitki Boyu Üzerine Etkisi

Araştırmada, ele alınan konuların bitki boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama bitki boyu değerleri 246 – 261 cm arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG uygulanmayan parsellerde kontrole (N<sub>0</sub>) göre kimyasal azotlu gübre uygulanan parsellerde (N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub>) bitki boyunda azalma gözlenirken, BG uygulanan parsellerde ise artış meydana gelmiştir. Bu artış önerilen tam azot dozunun uygulandığı parsellerde %1.6, yarım azot dozunda ise %5.2 oranında gerçekleşmiştir (Şekil 4.24.). İstatistiksel olarak

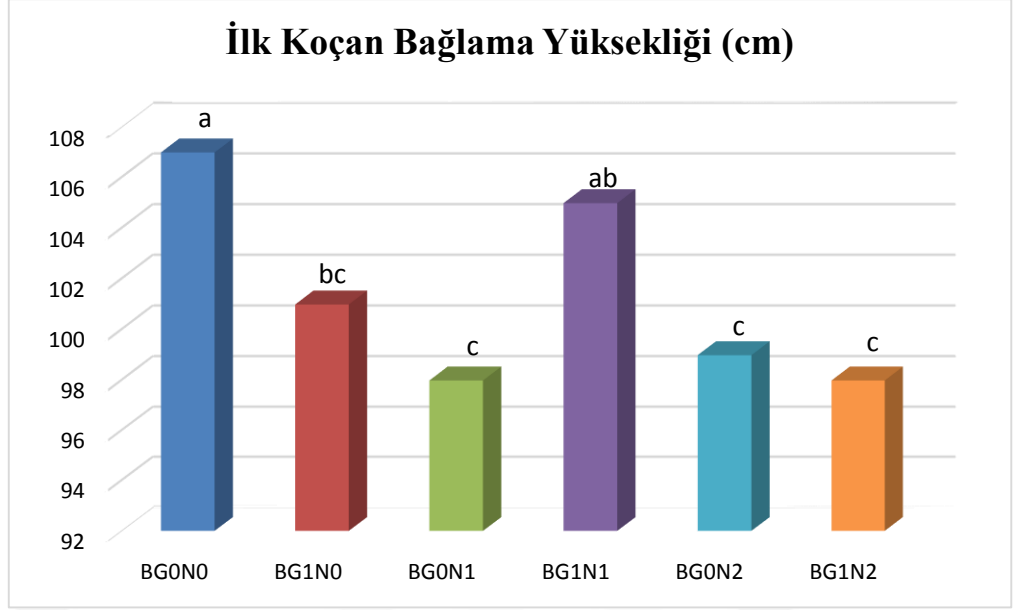
önemli olmasa da BG uygulaması bitki boyunda bir artış sağlamıştır. Önerilen azot dozunun yarısının uygulandığı parsellerde ( $BG_1N_1$ ) bitki boyunda kontrole göre daha fazla oranda artış saptanması, BG uygulamasının kimyasal azotlu gübre uygulama dozunu azaltabileceğini göstermektedir.



**Şekil 4.24.** Biyogübre Uygulamasının Bitki Boyu Üzerine Etkisi.

#### 4.3.2. Biyogübre Uygulamasının İlk Koçan Yüksekliği Üzerine Etkisi

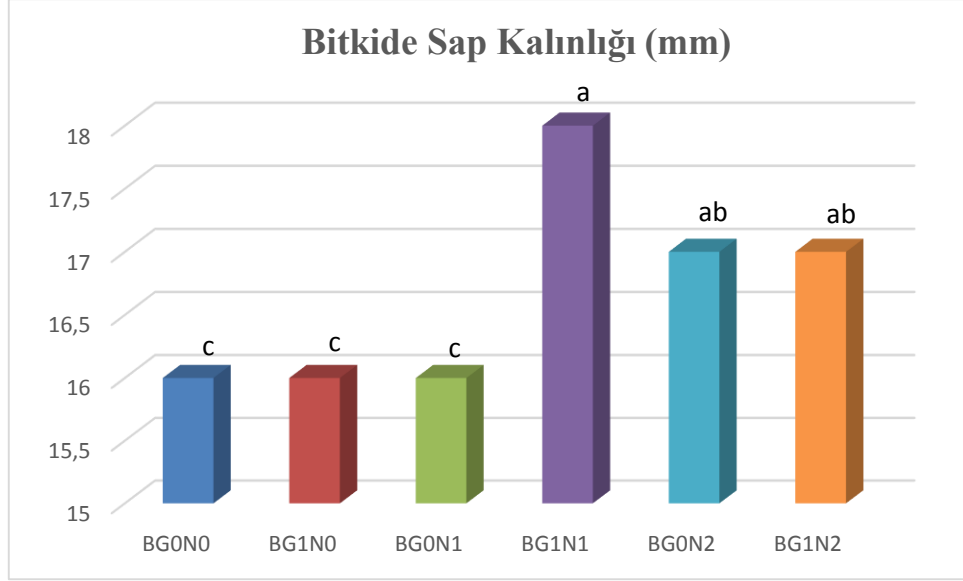
Araştırmada, ele alınan konuların ilk koçan bağlama yüksekliği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur (Ek B.6.). İlk koçan bağlama yüksekliği değerleri 98 – 107 cm arasında değişmiştir (Tablo 4.13.). En yüksek İlk koçan bağlama yüksekliğine  $BG_0N_0$  uygulamasıyla (107cm) ulaşılmış, bunu  $BG_1N_1$  uygulaması (105cm) takip etmiş ve istatistiksel olarak farklı grupta yer almışlardır. Azot uygulamasıyla genelde İlk koçan bağlama yüksekliği azalırken, sadece yarım doz azot ve BG uygulamasıyla ( $BG_1N_1$ ) artış meydana gelmiştir. Bu sonuç, BG uygulamasının ilk koçan bağlama yüksekliğini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Şekil 4. 25.).



**Şekil 4.25.** Biyogübre Uygulamasının İlk Koçan Yüksekliği Üzerine Etkisi.

#### 4.3.3. Biyogübre Uygulamasının Bitkide Sap Kalınlığı Üzerine Etkisi

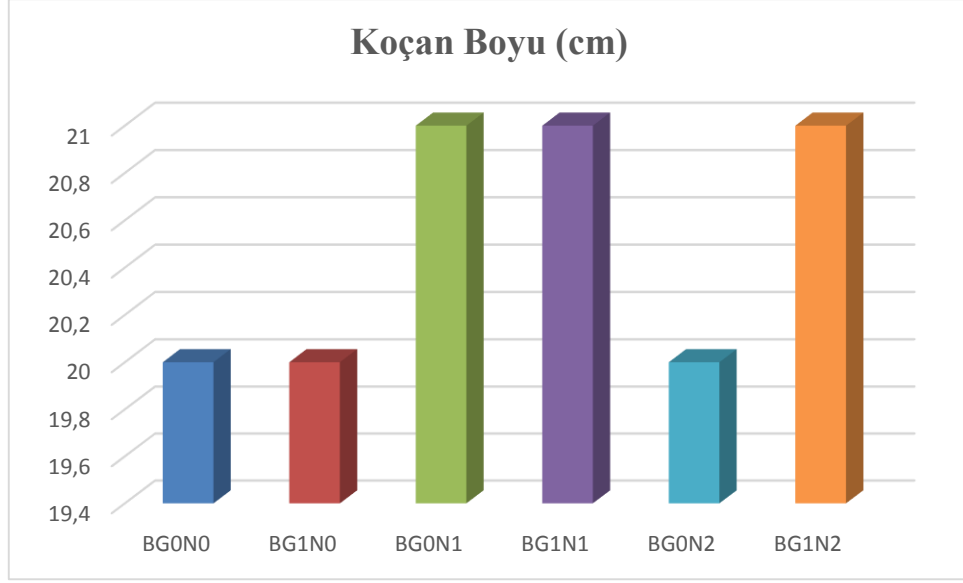
Çalışmada, BG ve azot uygulamalarının bitkide sap kalınlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur (Ek B.6.). Bitkide sap kalınlığı değerleri 16 – 18 mm arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). En yüksek sap kalınlığı değerine BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasıyla (18mm) ulaşılmıştır. Tam azot dozunun uygulandığı parsellerde sap kalınlığı kontrole göre bir birim artmış ve aynı grupta yer almışlardır. BG uygulanan yarım doz azot uygulamasında bu artış iki birim olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.26.). Bu durum, BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulamasını ön plana çıkarmakta ve BG uygulamasının önemini ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.26.** Biyogübre Uygulamasının Bitkide Sap Kalınlığı Üzerine Etkisi.

#### 4.3.4. Biyogübre Uygulamasının Koçan Boyu Üzerine Etkisi

Araştırmada, ele alınan konuların koçan boyu üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama koçan boyu değerleri 20 – 21 cm arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG uygulanan N<sub>0</sub> parsellerine göre, N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> parsellerinde koçan boyu bir birim artmıştır. BG uygulanmayanlarda ise, N<sub>1</sub> parsellerinde artış olurken N<sub>2</sub> parsellerinde aynı düzeyde kalmıştır (Şekil 4.27.). BG uygulaması bitki besin maddesi alımını dengeleyerek bu homojenliği sağlamış olabilir. Bu durum, aynı zamanda yarım doz azotunda yeterli olacağı izlenimini yaratmaktadır.

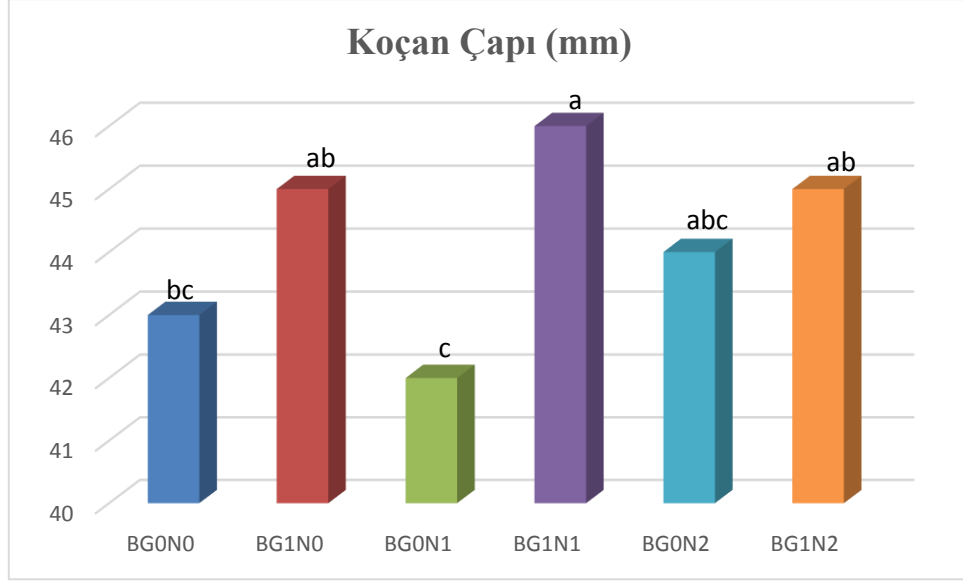


**Şekil 4.27.** Biyogübre Uygulamasının Koçan Boyu Üzerine Etkisi.

#### 4.3.5. Biyogübre Uygulamasının Koçan Çapı Üzerine Etkisi

Çalışmada, BG ve azot uygulamalarının bitkide koçan çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur. (Ek B.6.). Bitkide koçan çapı değerleri 42 – 46 mm arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). En yüksek koçan çapı değeri BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub> uygulamasıyla (46 mm) elde edilmiştir. BG uygulamasından daha çok, azot uygulamasının koçan çapını arttırdığı görülmektedir (Şekil 4.28.). BG uygulanan N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> parsellerinden alınan örneklerde aynı sonuçların saptanması, BG ile beraber yarım azot dozunun yeterli olacağını göstermektedir.

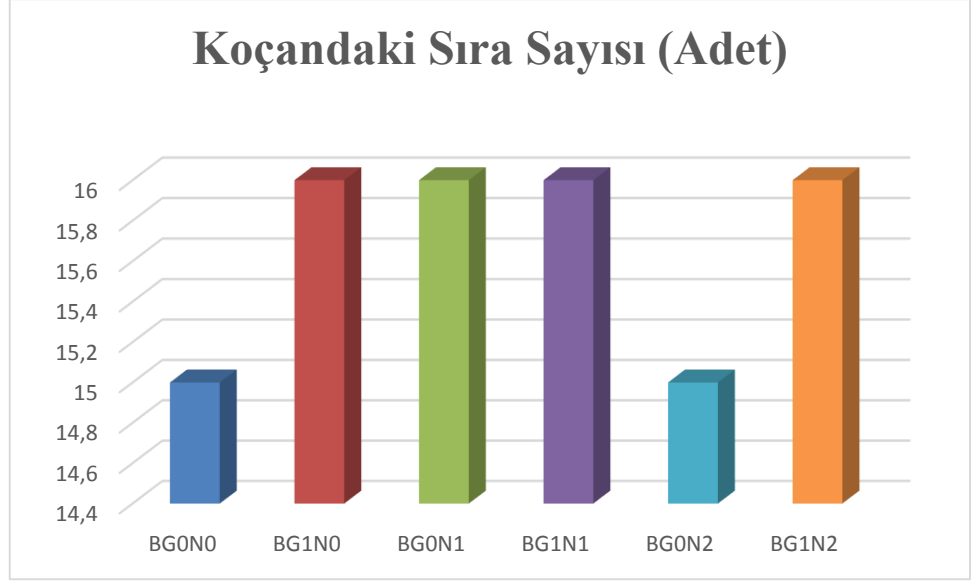




**Şekil 4.28.** Biyogübre Uygulamasının Koçan Çapı Üzerine Etkisi.

#### 4.3.6. Biyogübre Uygulamasının Koçandaki Sıra Sayısı Üzerine Etkisi

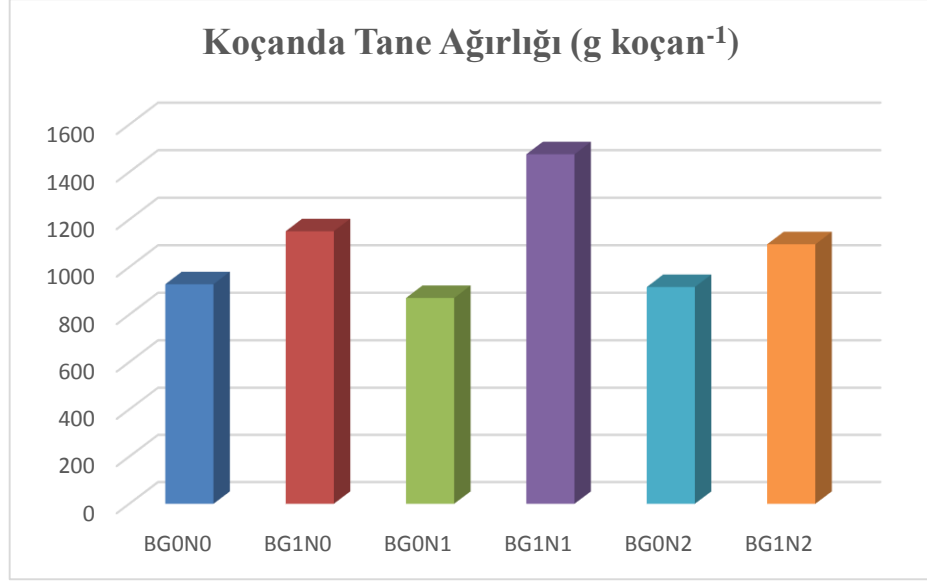
Araştırmada, ele alınan konuların koçandaki sıra sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama koçandaki sıra sayısı değerleri 15 – 16 adet arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG<sub>0</sub>N<sub>0</sub> ve BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub> uygulamalarında koçandaki sıra sayısı 15 adet, diğer uygulamalarda ise ortalama 16 adet olarak belirlenmiştir (Şekil 4.29.). BG uygulamasının koçandaki sıra sayısını etkilemediği görülmüştür.



**Şekil 4.29.** Biyogübre Uygulamasının Koçandaki Sıra Sayısı Üzerine Etkisi.

#### 4.3.7. Biyogübre Uygulamasının Koçanda Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi

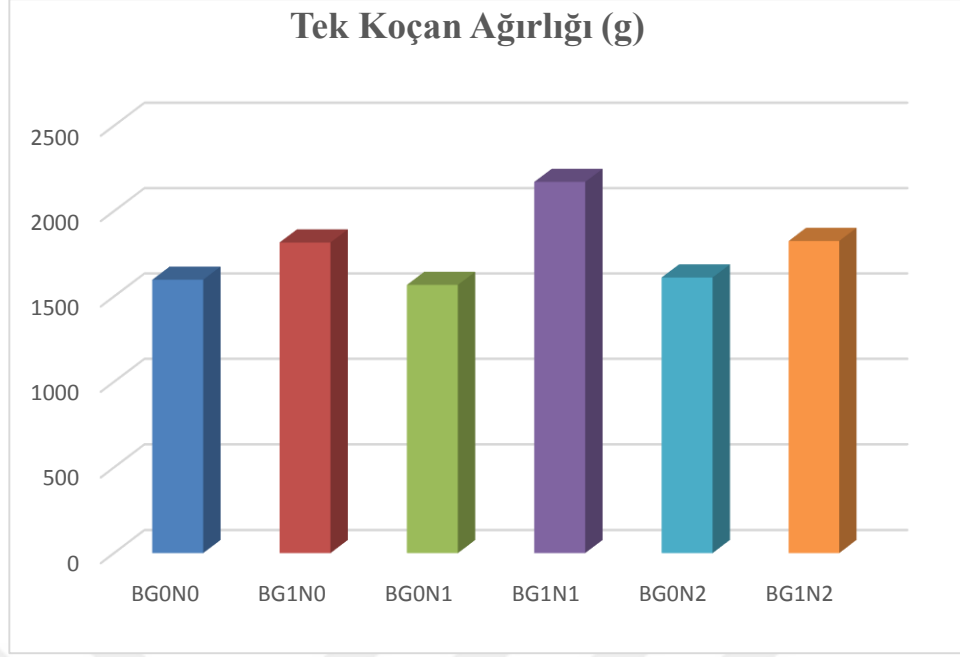
Araştırmada, ele alınan konuların koçanda tane ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama koçanda tane ağırlığı değerleri 87.0 – 147.5 g koçan<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG uygulanmayan N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında koçanda tane ağırlıkları yaklaşık aynı seviyelerde belirlenmiştir. Azot uygulaması dane ağırlığını etkilememiştir. BG uygulanan parsellerde ise, BG uygulanmayan parsellere göre, N<sub>0</sub> azot dozunda koçanda tane ağırlığında %24, N<sub>1</sub> dozunda %70 ve N<sub>2</sub> dozunda %20 artış gözlenmiştir. BG uygulanan parseller kendi içersinde değerlendirildiğinde, N<sub>0</sub> dozuna göre N<sub>1</sub> dozunda %28 artış, N<sub>2</sub> dozunda yaklaşık %5 bir azalış görülmüştür (Şekil 4.30.). Bu oranlar BG uygulamasının koçanda tane ağırlığını olumlu etkilediğini, bu etkinin BG uygulamasıyla beraber N<sub>1</sub> dozunda daha net olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.30.** Biyogübre Uygulamasının Koçanda Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi.

#### 4.3.8. Biyogübre Uygulamasının Tek Koçan Ağırlığı Üzerine Etkisi

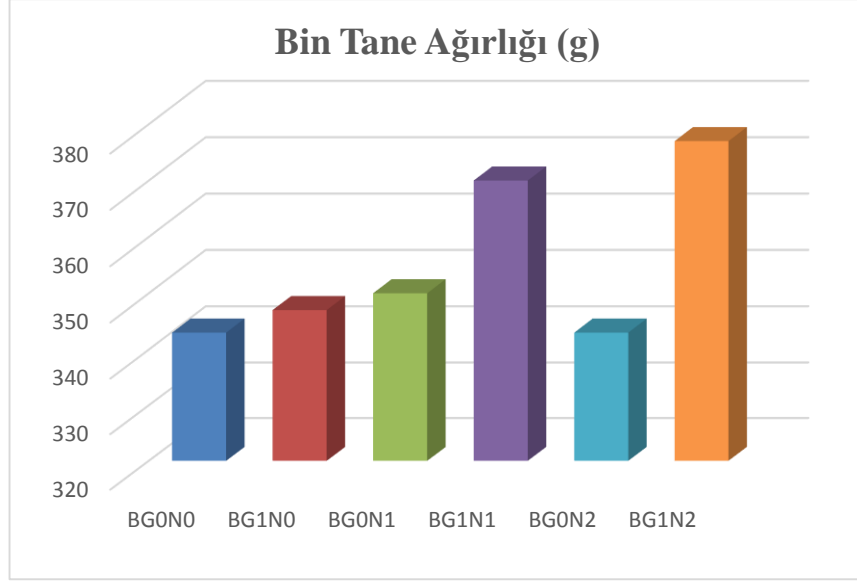
Araştırmada, ele alınan konuların tek koçan ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama tek koçan ağırlığı değerleri 123.3 – 182.5 g arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG uygulanmayan N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> uygulamalarında tek koçan ağırlığı değerleri, koçandaki dane ağırlığı değerleriyle paralellik göstererek yaklaşık aynı seviyelerde belirlenmiştir. BG uygulanan parsellerde ise, BG uygulanmayan parsellere göre, N<sub>0</sub> azot dozunda tek koçan ağırlığı %17, N<sub>1</sub> dozunda %48 ve N<sub>2</sub> dozunda %15 artış gözlenmiştir. BG uygulanan parseller kendi içersinde değerlendirildiğinde, N<sub>0</sub> dozuna göre N<sub>1</sub> dozunda %22 artış, N<sub>2</sub> dozunda yaklaşık %2 bir azalış görülmüştür (Şekil 4.31.). Bu sonuçlar, BG uygulamasının koçanda tane ağırlığında olduğu gibi, tek koçan ağırlığını da doğal olarak olumlu etkilediğini göstermektedir. BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulaması tek koçan ağırlığında da en yüksek oranda artışa neden olmuştur.



**Şekil 4.31.** Biyogübre Uygulamasının Tek Koçan Ağırlığı Üzerine Etkisi.

#### 4.3.9. Biyogübre Uygulamasının Bin Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi

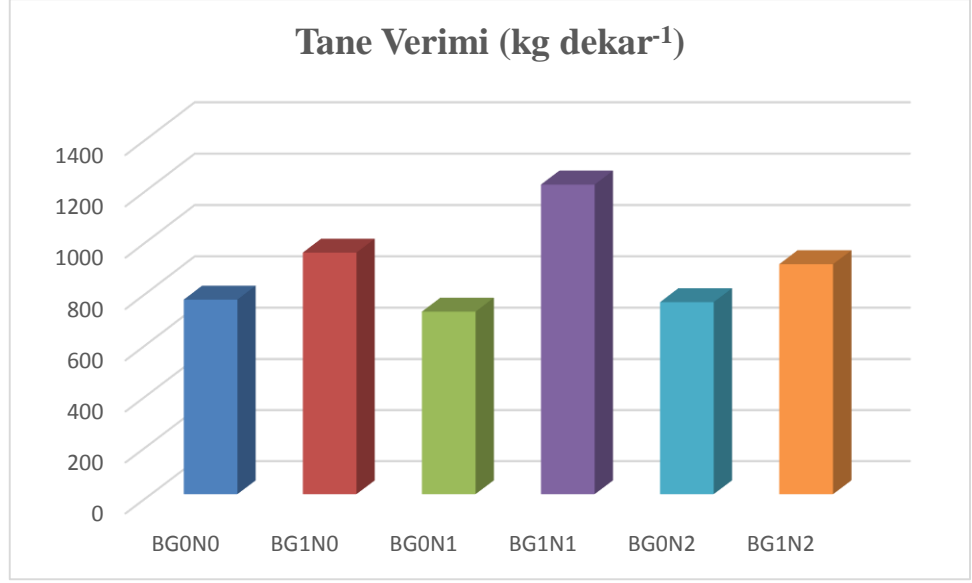
Araştırmada, ele alınan konuların bin tane ağırlığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama bin tane ağırlığı değerleri 343 – 377 g arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG uygulanmayan  $N_0$ ,  $N_1$  ve  $N_2$  uygulamalarında bin tane ağırlığı değerleri, yaklaşık aynı seviyelerde belirlenmiş, sadece  $N_1$  dozunda %2 artış olmuştur. BG uygulanan parsellerde ise, BG uygulanmayan parsellere göre,  $N_0$  azot dozunda bin tane ağırlığı %1.2,  $N_1$  dozunda %5.7 ve  $N_2$  dozunda %9.9 artış gözlenmiştir. BG uygulanan parseller kendi içersinde değerlendirildiğinde,  $N_0$  dozuna göre  $N_1$  dozunda %6.6,  $N_2$  dozunda %8.7 oranlarında artış görülmüştür (Şekil 4.32.). Bu sonuçlar, BG uygulamasının bin tane ağırlığı olumlu etkilediğini göstermektedir.



**Şekil 4.32.** Biyogübre Uygulamasının Bin Tane Ağırlığı Üzerine Etkisi.

#### 4.3.10. Biyogübre Uygulamasının Tane Verimi Üzerine Etkisi

Araştırmada, ele alınan konuların tane verimi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Ek B.6.). Çalışmada ölçülen ortalama tane verimi değerleri 714 – 1209 kg dekar<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 4.13.). BG uygulanmayan N<sub>0</sub> parselinden elde edilen verim değerine göre N<sub>1</sub> dozunda %6.2 ve N<sub>2</sub> dozunda %1.3 oranlarında azalma belirlenmiştir. BG uygulanan parsellerde ise, BG uygulanmayan parsellere göre, N<sub>0</sub> azot dozunda tane verimi %24, N<sub>1</sub> dozunda %69 ve N<sub>2</sub> dozunda %20 artış göstermiştir. BG uygulanan parseller kendi içerisinde değerlendirildiğinde, N<sub>0</sub> dozuna göre N<sub>1</sub> dozunda %28 artış, N<sub>2</sub> dozunda ise %5 azalış görülmüştür (Şekil 4.33.). Bu sonuçlar, toprakta azotun yeterli olması durumunda azotlu gübrenin verim üzerindeki etkilerinin olumsuz olduğunu, ancak BG ile beraber azotlu gübre uygulamasının belirli bir doza kadar verimi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.



**Şekil 4.33.** Biyogübre Uygulamasının Tane Verimi Üzerine Etkisi.

#### **4.4. Biyolojik Gübre Uygulamasının Toprak Fizikokimyasal Özelliklerine Etkisinin Genel Olarak Değerlendirilmesi**

Asembiyotik bakterileri içeren biyolojik gübrenin toprakların bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla, BG uygulanmadan ve kimyasal gübrelerin uygulanmasından 27 gün sonra (1.dönem) ve BG uygulamasından sonra hasat zamanında (2.dönem) olmak üzere iki dönemde toprak örnekleri alınmış ve analizler yapılmıştır.

Birinci dönem örnekleme, henüz BG uygulanmadığından, uygulanan kimyasal gübrelerin ve çevresel faktörler ile kültürel uygulamaların etkilerinin saptanması bakımından önemlidir. Bu dönemde alınan toprak örneklerinde yapılan analizlerden elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde genel varyans analizine göre ele alınan konuların toprak özellikleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu sonuçlar, denemenin kurulduğu alanın homojen olduğunu göstermektedir. İkinci dönemde ise, bu etkinin  $P < 0.05$  düzeyinde anlamlı olduğu

saptanmıştır. İncelenen toprak özelliklerinin bireysel olarak, değerlendirilmesinde ise, 1.dönemde uygulama konularının toprak tuzluluğunun göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) ve NO<sub>3</sub>-N üzerine etkisi (P<0.05) ve 2. dönemde alınabilir-Mn üzerine olan etkisi (P<0.01) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Toprakların kimyasal özelliklerinden toprak reaksiyonu (pH) 1.dönemde uygulanan azotlu gübreye bağlı olarak azalmış, tuzluluğun göstergesi olan EC değerleri ise artmıştır. Kullanılan azotlu gübrenin (Amonyum sülfat) fizyolojik asit karakterli bir tuz olması bu değişimlere neden olmuştur. İkinci dönemde pH değerleri yükselirken EC değerleri azalmıştır. Bu dönem örneklerinin biyolojik aktivitenin azaldığı zamana rastlaması pH değerlerinin yükselmesinin, yağış ve sulama uygulamaları ile tuzların yıkanması EC değerlerinin azalmasının nedeni olarak yorumlanabilir. İkinci dönemdeki bu değişimler uygulama konularına göre değerlendirildiğinde, BG uygulanmayan parsellerden alınan toprak örneklerinde pH değeri azot dozlarıyla artarken, BG uygulanan parsellerde azalmıştır. EC değerleri BG uygulanmayan parsellerde kontrole göre (BG<sub>0</sub>N<sub>0</sub>) artmış, BG uygulanan parsellerde ise kontrole göre (BG<sub>1</sub>N<sub>0</sub>) N<sub>1</sub> dozunda azalmış N<sub>2</sub> dozunda aynı düzeylerde seyretmiştir. Bu sonuçlar BG uygulamasının pH ve EC değerlerini azaltıcı yönde etki yaptığını göstermektedir. Birinci dönemde toprakta organik madde miktarları uygulamalardan etkilenmemiştir. İkinci dönemde ise birinci döneme göre daha düşük toprak organik madde miktarları analiz edilmiştir. Bu sonuçlar, iki örnek alma dönemi arasında organik maddenin mikroorganizmalar tarafından mineralizasyona uğratıldığını göstermektedir. Ancak, organik madde miktarındaki bu azalmalar, BG uygulanan parsellerde daha düşük oranlarda meydana gelmiştir. BG uygulaması toprak organik maddesi üzerinde olumlu bir etki yaratmıştır.

Toprakların toplam-N içerikleri her iki dönemde de uygulanan konulardan çok fazla etkilenmemiş ve aynı düzeylerde saptanmıştır. NH<sub>4</sub>-N değerleri 1. dönemde BG<sub>0</sub>N<sub>2</sub> uygulaması hariç azot uygulaması ile artış göstermiştir. İkinci dönemde de yaklaşık aynı düzeylerde NH<sub>4</sub>-N değerleri belirlenmiştir. Her iki dönemde de en yüksek NH<sub>4</sub>-N değerlerine BG<sub>1</sub>N<sub>1</sub> uygulaması ile ulaşılmıştır. NO<sub>3</sub>-N miktarları birinci dönemde azot uygulamalarına bağlı olarak artış göstermiştir. Bunun nedeni

uygulanan  $\text{NH}_4$  formundaki azotun nitrifikasyon ile  $\text{NO}_3$ 'ta dönüştürülmesi olabilir. İkinci dönemde ise birinci döneme göre yıkanma nedeniyle  $\text{NO}_3\text{-N}$  değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Yapılan bir çalışmada, toprakta  $\text{NH}_4\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  kontrol ve biyogübre uygulamalarında kimyasal gübre uygulamasına göre daha yüksek bulunmuştur [17].

Ele alınan konuların toprakta alınabilir P, K, Ca, Mg üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak genelde, bu makro besin maddesi miktarları BG uygulanan parsellerde  $\text{N}_0$  dozuna göre  $\text{N}_1$  ve  $\text{N}_2$  parsellerinde azalma eğilimi göstermiştir.  $\text{N}_1$  parsellerinde bu azalma eğilimi daha net olarak gözlenmiştir. Alınabilir mikro besin maddeleri (Fe, Zn, Mn, Cu) miktarlarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, BG ile kimyasal azotlu gübrenin beraber uygulanmasının bitkinin besin maddelerinde yararlanma oranlarını arttırdığını göstermektedir.  $\text{N}_2$  dozuna göre  $\text{N}_1$  dozunda bu etkinin daha iyi gözlenmesi BG uygulamasının kullanılacak kimyasal azotlu gübre miktarını azaltabileceğini kanıtlamaktadır.

BG uygulamasının toprakların fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri değişik çalışmalarda incelenmiş farklı bir takım sonuçlar elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda BG uygulamasının olumlu etkileri rapor edilirken, bazı çalışmalarda herhangi bir etkinin olmadığı saptanmıştır.

Goutami ve ark. [83] inorganik gübre, BG ve organik çiftlik gübresinin Sorgum bitkisinde toprağın biyolojik aktivite ve toprak özelliklerine etkilerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, volüm ağırlık, pH ve EC'nin uygulanan işlemlerden belirgin bir şekilde etkilenmediğini, alınabilir N ve P üzerine önemli etkilerin saptandığını, K'un etkilenmediğini, mikro besinlerden (Cu, Zn, Mn, Fe) yalnızca Fe'in etkilendiğini bildirmişlerdir.

Tiyagi ve ark. [84] domates bitkisinde, organik gübre, farklı N dozu ve *Azotobacter* ve *Azospirillum* içerikli BG uygulayarak yaptıkları çalışmada, bitkilerde



ve toprakta bulunan N, P, K içeriğinin BG aşılandığı bütün kombinasyonlarda önemli ölçüde arttığını saptamışlardır.

Mulyani ve ark. [85] Şekerkamışı yetiştirilen toprağın kimyasal özellikleri üzerine BG uygulamasının etkisini ortaya koymak amacıyla yaptıkları çalışmada, toprakların potansiyel P ve K, toplam-N içeriğinin ve pH değerinin BG uygulamasından etkilendiğini belirlemişlerdir.

Orhan ve ark. [86] organik yetiştirilen ahudududa verim, gelişme ve besin içeriklerine PGPR uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Sonuçta, PGPR uygulamasının toprakta toplam-N, alınabilir P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn içeriklerini ve pH değerini önemli ölçüde etkilediğini saptamışlardır.

Rekha ve ark. [87] Hind darısı yetiştirilen toprağın sağlık parametreleri üzerine çiftlik gübresi ve kimyasal gübreler ile entegre edilmiş BG'lerin etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada, toprakta alınabilir N, P, K ve toprak sağlığı parametrelerinin önerilen çiftlik gübresi + önerilen kimyasal gübrelerin %75 oranında uygulanması ve BG uygulaması ile arttığını tespit etmişlerdir.

#### **4.5. Biyolojik Gübre Uygulamasının Bitkide Besin Maddesi Miktarı Üzerine Etkisinin Genel Olarak Değerlendirilmesi**

BG ve kimyasal azotlu gübre uygulamasının bitkide besin maddesi içeriklerine etkisinin saptanması için alınan bitki örneklerinde yapılan analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn üzerine olan etkileri önemsiz bulunurken Fe ve Cu üzerine olan etkiler önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin azot (N) içerikleri uygulanmayanlara oranla daha yüksek belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmasa da BG uygulaması bitkide N içeriğini olumlu etkilemiştir. Çalışmada ele alınan konuların bitkinin fosfor (P) içeriğine etkisi olmamış, tüm parsellerden alınan bitki örneklerinde birbirine çok yakın P miktarları saptanmıştır. N<sub>2</sub> parselleri hariç, BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinin potasyum (K) içerikleri daha düşük bulunmuştur. Kalsiyum (Ca) BG uygulanan parsellerden alınan bitki örneklerinde daha yüksek analiz edilmiştir. Magnezyum (Mg) ise, BG uygulanan ve uygulanmayan parsellerde N<sub>0</sub> dozuna göre N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> dozunda daha yüksek saptamıştır. Bu sonuçlar, BG uygulamasının bitkide N ve Ca içeriklerini olumlu yönde etkilediğini, P bakımından herhangi bir etkisini olmadığını, K bakımında negatif bir etkinin oluştuğunu ve Mg yönüyle azot uygulamasının olumlu bir etki sağladığını göstermektedir.

Mikro besin maddelerinden demir (Fe) ve bakır (Cu) BG uygulanan parsellerde daha yüksek belirlenmiş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. BG uygulaması bitkinin topraktan Fe ve Cu alınımını arttırmıştır. Çinko (Zn) ve mangan (Mn) miktarları ise BG uygulamasından etkilenmemiş ve aynı düzeylerde saptanmıştır.

İpek ve Eşitken [88] Bazı PGPR'lerin organik asitleri serbest bırakarak veya küçük moleküler ağırlıklı Fe jelatlayıcı ajanları (sidereforlar) sentezleyerek, pH'ı azaltarak topraktaki Fe kullanılabilirliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Biyolojik gübre uygulamasının bitkilerin besin maddesi içerikleri üzerine etkilerinin belirlendiği farklı çalışmalarda farklı besin maddesi miktarları üzerine etkiler önemli bulunurken, bazı çalışmalarda da BG uygulamalarının bitkide besin maddesi miktarları üzerine etkiler önemsiz bulunmuştur.

Longhini ve ark. [89] Mısır tohumlarının diazotrofik bakterilerle aşılmasının ve serpme olarak uygulanan azot dozlarının etkilerini araştırdıkları çalışmada, 120 kg N ha<sup>-1</sup> kadar N uygulamasının yaprakların besin maddesi içeriklerini arttırdığını, BG uygulaması ile N, P, K ve S'te artış, Ca ve Mg'da ise azalış olduğunu bildirmişlerdir.

Gerçekçioğlu ve ark. [90] PGPR uygulamasının Eşme ayva çeşidinde etkilerini inceledikleri çalışmada, uygulamaların yaprakların K ve Zn içerikleri üzerine etkilerini olumlu bulurken, diğer besin maddeleri üzerine etkilerini önemsiz bulmuşlardır.

Mutlu [91] Orman altı toprağından izole edilen kimi bakterilerin mısırın besin alınımı üzerine etkisini araştırdıkları denemede, 9 farklı izolat ile kokteyl izolat ele alınmıştır. Püskül oluşumu döneminde mısır yapraklarında en yüksek P, Zn ve Mn 6 numaralı izolatla elde edilirken, en yüksek Fe 8 numaralı izolatta elde edilmiştir. Sonuçta her izolatin farklı besin maddesini olumlu etkilediğini, kokteyl izolatin ise etkili olmadığını belirterek, bunun nedenini bakteriler arasındaki antagonistik ve sinergistik ilişkilere bağlamışlardır.

Karakurt ve Aslantaş [92] elmanın yaprak besin içeriğı ve gelişimi üzerine bazı PGPR suşlarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, *Agrobacterium rubi* A-18 bakteri uygulamasının yaprakların N, K ve Cu konsantrasyonunu azalttığını, P ve Zn konsantrasyonunu ise arttırdığını saptamışlardır. *Basillus subtilis* OSU- 142 uygulaması ile en yüksek Mg ve Fe içeriğine, *Burkholderia gladioli* OSU-7 uygulaması ile ise en yüksek Mn içeriğine ulaştıklarını, uygulamaların Ca ve Na içeriklerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Kheroar ve ark. [93] inorganik ve BG uygulamasının pirinçte etkilerini araştırmışlar, maksimum N ve P alınımının % 100 önerilen gübre + *Azospirillum* + *Phospho bacterium* uygulamasıyla gerçekleştiğini, BG uygulamasının pirinçte K alınımını etkilemediğini saptamışlardır.

Tiyagi ve ark. [84] Domateste BG uygulamasının bitkide N, P, K içeriklerini arttırdığını belirlemişlerdir.

#### **4.6.Biyolojik Gübre Uygulamasının Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkisinin Genel Olarak Değerlendirilmesi**

BG uygulamasının mısır bitkisinde, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, koçan boyu, koçan çapı, koçandaki sıra sayısı, koçanda tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve tane verimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde, BG uygulamasının ve farklı azot dozlarının ilk koçan yüksekliği ( $P<0.01$ ), sap kalınlığı ( $P<0.05$ ) ve koçan çapı ( $P<0.05$ ) üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Diğer agronomik özellikler üzerine olan etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da, BG uygulamasının etkinliği gözlemiştir.

BG uygulaması azot dozlarına bağlı olarak bitki boyunda artışa neden olmuş, en yüksek artış  $BG_1N_1$  uygulamasından elde edilmiştir. İlk koçan yüksekliğinde en yüksek değerlere  $BG_0N_0$  ve  $BG_1N_1$  dozlarıyla ulaşılmıştır. En yüksek sap kalınlığı  $BG_1N_1$  dozuyla belirlenmiştir. Koçan boyu ve koçandaki sıra sayısı değerleri uygulamalar ile çok fazla değişmemiştir. Koçan çapı ise, BG uygulamasından daha çok azot uygulamasından etkilenecek artış göstermiştir.

Koçanda tane sayısı, tek koçan ağırlığı, bin tane ağırlığı ve tane verimi değerlerinde birbirine paralel sonuçlar elde edilmiş, BG uygulanan parsellerde en yüksek değerlere ulaşılmıştır. Tüm bu özelliklerde  $BG_1N_1$  uygulaması diğer uygulamaların yanında dikkat çekici bulunmuştur.

El-Azap ve El – Dewiny [21] BG olarak *Azotobacter* ve azotlu gübre olarak amonyum sülfatı uyguladıkları çalışmada, bitki boyu, koçan ağırlığı, koçan boyu,

koçandaki sıra sayısı, 100 tane ağırlığı, koçan verimi özelliklerinin arttığını saptamışlardır.

Sarajuoghi ve ark. [23] *Azotobacter* ve Mikoriza içerikli BG ile değişik kombinasyonda azotlu ve fosforlu gübre uygulamasının mısırdaki tane verimini arttırdığını, uygulanan BG'nin fosforlu ve azotlu gübre gereksinimini azalttığını bildirmişlerdir.

Namazari ve ark. [24] BG, mineral gübre ve BG+mineral gübre uygulamalarının mısır tarımında etkilerini araştırdıkları çalışmada, BG uygulamasının 100 tane ağırlığı, koçan ağırlığı ve tane verimini olumlu etkilediğini, BG+mineral gübre kombinasyonunun verim bileşenlerini arttırdığını belirlemişlerdir.

Iwuagwu ve ark. [9] mikrobiyal aşılama ile muamele edilen fidelerin, kontrole göre, bitki boyu, gövde çapı, taze ve kuru ağırlığı arttırdığını saptamışlardır.

Marnagar ve Dawson [11] *Azospirillum* ile aşılanmanın 150 kg ha<sup>-1</sup> azot ve 15 kg ha<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub> ile beraber uygulanmasının bitki boyu, kuru ağırlık, koçandaki tane sayısı ve tane verimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Obid ve ark. [31] BG uygulamalarının iki farklı mısır çeşidinde, bitki boyu, gövde çapı, 100 tane ağırlığı ve koçan başına sıra sayısını arttırdığını bildirmişlerdir.

Llamelo ve ark. [18] farklı BG'in bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, koçan çapı, bin tane ağırlığı ve hesaplanan verimde önemli farklılıklar yarattığını saptamışlardır.

Görüldüğü gibi, BG ve BG ile değişik mineral gübre kombinasyonlarının mısır bitkisinin agronomik özellikleri ve verimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer sonuçlar saptanmıştır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan dünya nüfusunun gıda gereksinimini karşılamak için, tarımsal üretimde verimin artırılması büyük önem taşımaktadır. Birim alandan daha fazla ürün elde etmek için her geçen gün artan oranlarda kimyasal gübre kullanılmaktadır. Kimyasal gübrelerin fazla miktarda kullanılması toprak kalitesini bozmakta, çevreyi kirletmekte ve tarımsal üretimde sürdürülebilirliği azaltmaktadır. Bu nedenle, tarımsal üretimde yeni bitki besleme yönetim stratejileri geliştirilmektedir. Bu stratejiler içersinden toprakta doğal döngüye katılarak, doğada var olan besin kaynaklarından daha fazla yararlanmayı sağlayan toprak canlılarının toprağa ilave edilmesi ve daha az kimyasal gübre kullanarak maksimum ürün elde etme çabaları büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, bu amaca yönelik olarak, havanın serbest azotunu (N<sub>2</sub>) toprağa bağlama yeteneğinde olan asembiyotik mikroorganizmaları içeren biyolojik gübre, değişik azot dozları ile uygulanmış ve bu uygulamaların toprağın fizikokimyasal özellikleri, bitkide besin maddesi miktarları ve mısır bitkisinde verim ve bazı agronomik özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışmada, biyolojik gübre uygulanmayan (BG<sub>0</sub>) ve 0.5 g ha<sup>-1</sup> dozunda biyolojik gübre uygulanan (BG<sub>1</sub>) parsellere 0 – 125 – 250 kg ha<sup>-1</sup> dozlarında azot uygulanarak biyolojik gübrenin farklı azot dozlarında etkinliği ortaya konmuştur. Uygulamaların toprak fizikokimyasal özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla biyolojik gübre uygulanmadan önce ve biyolojik gübre uygulamasından sonra (hasatta) olmak üzere iki farklı dönemde toprak örnekleri alınmış ve fizikokimyasal özellikler analiz edilmiştir. Tam püsküllenme döneminde mısır yaprak örnekleri alınarak besin maddesi içerikleri belirlenmiştir. Mısır bitkileri tam olum döneminde hasat edilerek verim ve bazı agronomik özellikler ölçülmüştür.

Toprak örneklerinde yapılan analizlerden elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesinde, genel varyans analizine göre ele alınan konuların biyolojik gübre uygulanmadan önce (1. Dönem) alınan toprak örneklerinin özellikleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuş, biyolojik gübre uygulandıktan sonra (2. Dönem)

alınan toprak örneklerinin özellikleri üzerindeki etkisinin ise,  $P<0.05$  düzeyinde anlamlı olduğu saptanmıştır. İncelenen toprak özelliklerinin bireysel olarak, değerlendirilmesinde ise, 1. dönemde uygulama konularının toprak tuzluluğunun göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  üzerine etkisi ( $P<0.05$ ) ve 2. dönemde alınabilir-Mn üzerine olan etkisi ( $P<0.01$ ) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Biyolojik gübre ve kimyasal azotlu gübre uygulamasının bitkide besin maddesi içeriklerine etkisinin saptanması için alınan bitki örneklerinde yapılan analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn üzerine olan etkileri önemsiz bulunurken Fe ve Cu üzerine olan etkilerin önemli olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Burada özellikle Fe üzerine BG uygulamasının olumlu etkisi dikkat çekicidir. BG uygulanan bütün parsellerde BG uygulanmayan parsellere göre hem topraktaki alınabilir Fe konsantrasyonunda ve hem de bitkinin Fe içeriğinde net artışlar meydana gelmiştir. Uygulanan BG içerisindeki asembiyotik bakteriler ürettikleri protein molekülleri olan sideroforları toprak çözeltisine salgılayarak test bitkisi mısırın topraktaki demirden daha iyi yararlanmasını sağlamışlardır. Ayrıca, çalışmada kullanılan mikroorganizmaların siderofor salgılamaları topraktan hızla demiri bağlamalarına neden olduğundan, toprakta enfeksiyon için demire gereksinim duyan patojen mikroorganizmaların gereksinim duyduğu demiri topraktan alamamalarına ve dolayısıyla herhangi bir enfeksiyon oluşturmamalarına neden olacaktır. Bu nedenle bu biyolojik gübrenin kullanımı kök hastalıklarının önlenmesi bakımından da yararlı olabilecektir.

Biyolojik gübre uygulamasının mısır bitkisinde, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, sap kalınlığı, koçan boyu, koçan çapı, koçandaki sıra sayısı, koçanda tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ve tane verimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde, biyolojik gübre uygulamasının ve farklı azot dozlarının ilk koçan yüksekliği ( $P<0.01$ ), sap kalınlığı ( $P<0.05$ ) ve koçan çapı ( $P<0.05$ ) üzerine etkileri önemli belirlenmiştir. Diğer agronomik özellikler üzerine olan etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da, BG uygulamasının etkinliği gözlenmiştir. Zira azotun uygulanmadığı BG uygulanan ( $\text{BG}_1\text{N}_0$ ) ve uygulanmayan



(kontrol-BG<sub>0</sub>N<sub>0</sub>) parsellerden elde edilen verilerin karşılaştırılmasında, koçanda tane ağırlığında 22.3 g koçan<sup>-1</sup>, tek koçan ağırlığında 21.8 g koçan<sup>-1</sup>, bin tane ağırlığında 4 g ve tane veriminde 183 kg ha<sup>-1</sup> BG uygulamasına bağlı olarak artışlar saptanmıştır.

Bu tez çalışmasının sonuçlarının bir bütün olarak değerlendirilmesinde, biyolojik gübre ve önerilen azotun yarısının uygulandığı parsellerden en iyi sonuçların elde edildiği saptanmıştır. Bu nedenle, Alaşehir bölgesi koşullarında, Typic Xerofluvent familyasında yer alan topraklarda, toprak kalitesine zarar vermeden sürdürülebilir mısır yetiştiriciliğinde, asembiyotik mikroorganizmaları içeren biyolojik gübrenin 125 kg N ha<sup>-1</sup> azot uygulamasıyla beraber önerilebileceği kanısına varılmıştır. Ancak, tek yıllık olarak planlanan ve yürütülen bu çalışma, yapılacak yeni çalışmalara ışık tutacaktır. Daha kesin sonuçların elde edilmesi amacıyla bu konudaki çalışmalara aynı koşullarda devam edilmesi önerilir.

## KAYNAKLAR

- [1]- Anonim. Temel istatistikler. Konularına göre istatistikler. Türkiye İstatistik Kurumu.2018,<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>,  
<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=katagorist>, (Erişim tarihi: 12.09.2018).
- [2]- Karaman, M. R., Turan, M., Horuz, A. Bitki besleme ‘ Sağlıklı bitki sağlıklı üretim’. Ed: Mehmet Rüştü Karaman, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi, Ankara, 2012, 1066s.
- [3]- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi. 2008, 25(2), 24-34.
- [4]-Şahin, G. Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. Tarım Ekonomisi Dergisi. 2016, 22(1), 19-32.
- [5]- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M. N., Yakışır, E., Okur, O. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR. 2014,12(2),1-19.
- [6]- Çakmakçı, R. Bitki gelişimini teşvik eden Rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2005, 36(1), 97-107.
- [7]- Prasad, R., Kumar, M., Varma, A. Plant-growth-promoting Rhizobacteria (PGPR) and medicinal plants. Ed: Dilfuza Egamberdieva, Smriti Shrivastava, Ajit Varma, Springer International Publishing, Switzerland, 2015, 442 p.
- [8]-Umesha, S., Srikantaiah, M., Prasanna, K. S., Sreeramulu, K.R., Divya, M., Lakshmiopathi, R.N. Comparative effect of organics and biofertilizers on growth and yield of maize (*Zea mays*. L). Current Agriculture Research Journal. 2014, 2(1), 55-62.
- [9]-Iwuagwu, M., Chukwuka, K. S., Uka, U. N., Amandianeze, M. C. Effects of biofertilizers on the growth of *Zea mays* L. Asian Journal of Microbiology Biotechnology Environmental Sciences. 2013, 15(2), 235-240.
- [10]-Hariyono, D., Rachmadhani, N. W., Rahaju, M. Effect of *Azotobacter* and ürea on the nitrogen uptake enhancement and yield of maize (*Zea mays* L.). Bioscience Research. 2017, 14(3), 653-661.
- [11]-Marngar, E., Dawson, J. Effect of biofertilizers, levels of nitrogen and zinc on growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017, 6(9), 3614-3622.
- [12]- Oliveira, I. J., Fontes, J. R. A., Pereira, B. F. F., Muniz, A. W. Inoculation with *Azospirillum brasiliense* increases maize yield. Chemical Biological Technology Agriculture. 2018, 5(6), 2-9.

- [13]-Özcan, S. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: Genetiği değiştirilmiş (Transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2009, 2(2), 01-34.
- [14]-Detoni, M. J., Sartor, L. R., Gasperini, A. M., Oligini, K. F., Frigotto, T. Inoculation of *Azospirillum brasilense* and nitrogen doses in maize for grain production. Jaboticabal. 2017,45(3), 321–324.
- [15]- Jhala Y. K., Shelat, H. N., Panpatte, D. G. Efficacy testing of Acetobacter and Azospirillum isolates on maize cv. GM-3. Journal Fertil Pesticides. 2016, 7(1), 1-6.
- [16]-Anonim. 2017 Yılı hububat sektör raporu. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. Ankara, 2018, 64s.
- [17]- Trujillo-Tapia, MA. N., Ramírez-Fuentes, E. Bio-fertilizer: an alternative to reduce chemical fertilizer in agriculture. Journal of Global Agriculture and Ecology. 2016, 4(2): 99-103.
- [18]-Llamelo, N., Bulalin, S. P., Pattung, A., Bangyad, S. Effect of different bio-fertilizers applied as supplemental foliar spray on the growth and yield of corn (*Zea Mays* L.). Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research. 2016, 4 (4), 119-125.
- [19]-Sivasakthi, S., Saranraj, P., Sivasakthivelan, P. Biological nitrogen fixation by *Azotobacter* sp. – a review. Indo – Asian Journal of Multidisciplinary Research. 2017, 8(5), 1274 – 1284.
- [20]-Prado de Morais , T., Humberto de Brito, C., Maria Brandão. A., Santos Rezende, W. Inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* in the seed furrow. Revista Ciência Agronômica. 2016, 47(2), 290-298.
- [21]- El- Azab, M. E., El-Dewiny, C.Y. Effect of bio and mineral nitrogen fertilizer with different levels on growth, yield and quality of maize plants. Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences. 2018, 5(2), 70-75.
- [22]-Mohammadi, N. K., Pankhaniya, RM., Joshi, M. P., Patel, KM. Influence of inorganic fertilizer, vermicompost and biofertilizer on yield & economic of sweet corn and nutrient status in soil. International Journal of Applied Research. 2017, 3(5), 183-186.
- [23]- Sarajuoghi, M., Ardakani, M. R., Nurmohammadi, G., Kashani, A., Rejali, F., Mafakheri, S. Response of yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) to different biofertilizers and chemical fertilizers. American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Sciences. 2012, 12(3), 315-320.
- [24]- Namazari, M. R., Rahimzadeh-e-Khoei, F., Yarnia, M., Babaoghli, F. Effect of biological fertilizer and mineral fertilizer on yield and yield components of corn (*Zea mays*) cv. s.c. 504. Asian Research Publishing Network Journal of Agricultural and Biological Sciences. 2012, 7(10), 865-870.

- [25]- Kouchebagh, S.B., Mirshekari, B., Farahvash, F. Improvement of corn yield by seed biofertilization and urea application. *World Applied Sciences Journal*. 2012,16(9), 1239-1242.
- [26]- Rachana, V. S., Prasad, M. Effect of different levels of phosphorus and biofertilizers (PSB and VAM) on growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2018,7(4),1076-1080.
- [27]- Farnia, A., Torkaman, H. Effect of different biofertilizers on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2015, 4 (4), 75-79.
- [28]- Esmaeili, M., Heidarzade, A., Gholipour, M. Response of maize to foliar application of zinc and *Azotobacter* inoculation under different levels of urea fertilizer. *Journal of Agricultural Sciences*. 2016, 61(2), 151-162.
- [29]- Yazdani, M., Rahdari, P., Motevalli, S. Effects of organic manure and biological fertilizers on macronutrient uptake of Corn. *Advances in Environmental Biology*. 2011, 5(13), 3761-3767.
- [30]- Mohammed, A. A. Effect of bio-fertilizer on physiology of growth and development of maize (*Zea mays* L.) in Sulaimani region. *Mesopotamia Journal of Agricultural*. 2012, 40(1), 9-21.
- [31]- Obid, S. A., Idris, A. E., Abdelgadir, B. E., Ahmed, M. Effect of bio-fertilizer on growth and yield of two maize (*Zea mays* L.) cultivars at Shambat, Sudan. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*. 2016, 3(4), 313-317.
- [32]-Simwinda, E., Mukuka, R., Kamwale, H. The use of twinN (Nitrogen fixing bacteria for non legumes) as an alternative source of nitrogen for sugarcane production. *Proc S Afr Sug Technol Ass*. 2010, 83, 221 – 224.
- [33]- Lakzadeh, B., Mir-Mahmoodi, T., Jalilnezhad, N. Effects of *Azospirillum* bacteria and gibberellin hormone on morpho-physiological properties, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Biological Forum – An International Journal*. 2015,7(1), 986-993.
- [34]- Naseri, R., Maleki, A., Naserirad, H., Shebib, S., Omidian, A. Effect of plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on reduction nitrogen fertilizer application in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Middle-East Journal of Scientific Research*. 2013, 14(2), 213-220.
- [35]- Soleymanifard, A., Piri, I., Naseri, R. The effect of plant growth promoting bacteria on physiological and phenological traits of maize (*Zea mays* L.) at different levels of nitrogen fertilizer. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2013,2(9), 55-64.

- [36]-Midrarullah, I., Ahmed, B. The role of plant growth promoting Rhizobacteria in stimulating growth and yield of maize. *Pakistan Journal Botanical*. 2015, 47(SI), 325-328.
- [37]- Ashrafi, V., Seiedi, M. N. Influence of different plant densities and plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield attributes of corn (*Zea mays* L.). *Recent Research in Science and Technology*. 2011, 3(1), 63-66.
- [38]- Gholami, A., Shahsavani, S., Nezarat, S. The effect of plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 2009, 3(1), 9-14.
- [39]- Sood, G., Kaushal, R., Chauhan, A., Gupta, S. Effect of conjoint application of indigenous PGPR and chemical fertilizers on productivity of maize (*Zea mays* L.) under mid hills of Himachal Pradesh. *Journal of Plant Nutrition*. 2018, 41(3), 297-303.
- [40]- Sharifi, R.S., Khavazi, K., Gholipouri, A. Effect of seed priming with plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on dry matter accumulation and yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*. 2011, 1(3), 76-83.
- [41]- Curá, J. A., Franz, D. R., Filosofia, J. E., Balestrasse, K. B., Burgueño, L. E. Inoculation with *Azospirillum* sp. And *Herbaspirillum* sp. bacteria increases the tolerance of maize to drought stress. *Microorganisms*. 2017, 5(41), 1-16.
- [42]- Harish, K. Effect of plant growth promoting Rhizomicroorganisms (PGPR) on the growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Microbiology, Bangalore*, 2011, 89p. (Master of Science).
- [43]- Akbari, P., Ghalavand, A., Modares Sanavy, A.M., AghaAlikhani, M., Shoghi Kalkhoran, S. Comparison of different nutritional levels and the effect of plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on the grain yield and quality of sunflower. *Australian Journal of Crop Science*. 2011, 5(12), 1570-1576.
- [44]- Hashemniya, P., Sharifi, P., Aminpanah, H. Effect of *Azotobacter* and chemical phosphorus fertilizer on maize. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 2015, 11(3), 789-801.
- [45]- Bolat, A., Sarıhan, H., Karaağaç, H.A., Cerit, İ. Çukurova' da kimyasal ve mikrobiyal gübre uygulamalarının mısır bitkisinde tane verimi ve bazı agronomik özelliklere etkisinin belirlenmesi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim 2009, Hatay.
- [46]- Çorbacı, S. Tekirdağ koşullarında mikrobiyal ve kimyasal Gübre uygulamasının kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) bitkisinin verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ*, 2011, 65s. (Yüksek Lisans Tezi).

[47]- Arıkan, Ş. Bitki büyümesini artırıcı Rizobakterilerin (BBAR) vişnede bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 2012, 46s. (Yüksek Lisans Tezi).

[48]-İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L. Bitki gelişimini artırıcı Rizobakterilerin “Heritage” ahududu (*Rubus idaeus* L.) çeşidinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarımsal Bilimler Dergisi. 2018, 28(1), 42-48.

[49]- Kiracı, S., Gönülal, E., Padem, H. Mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü uygulamalarının organik havuç yetiştiriciliğinde kalite parametreleri üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2013, 8(2), 36-43.

[50]- Özbay, N., Demirkıran, A. R., Ergun, M. Mikrobiyal gübre (*Trichoderma harzianum*, kuen 1585) uygulamasının marulda çimlenme, gelişme ve verim üzerine etkisi. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim 2015, Rize/Pazar.

[51]- Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Ece, M. Azot tutucu bakteri kullanımının sera domates yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2015,5(1), 21-27.

[52]-Karakurt, H., Kotan, R., Aslantaş, R., Dadaşoğlu, F., Karagöz, K., Şahin, F. Bitki büyümesini teşvik eden bazı bakteri strainlerinin ‘Şekerpare’ kayısı çöğürlerinin bitki gelişimi üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 2010, 41 (1), 7-12.

[53]- Pek, A., Bower, R., Aykanat, S., Barut, H. Buğday tarımında Twin-N uygulamalarının verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Çukurova tarım ve gıda bilimleri dergisi. 2016, 31(3),171-177.

[54]- Karakurt, H. Bazı bakteri ırklarının elmada meyve tutumu, meyve özellikleri ve bitki gelişmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum, 2006, 87s. (Yüksek Lisans Tezi).  
2

[55]-Şahin, E., Karagöz, K., Çakmakçı, R., Tosun, M. Azot fiksasyonu ve fosfat çözücü bitki gelişimini teşvik edici bakteri aşlamalarının arpa gelişimine etkisi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran - 1 Temmuz 2010, Erzurum.

[56]- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Dönmez, M. F., Erat, M., Kutlu, M., Sekban, R., Haznedar, A. Azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin Muradiye 10 çay klonunda gelişme, verim ve besin alımı üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 2012, 5(2), 176-181.

[57]- Karakuyu, M. Alaşehir ilçesinde kır yerleşmelerinin I. dereceden gelir kaynakları bakımından sınıflandırılması. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 2008, 18(1), 29-42.

[58]- Karakuyu, M., Özçalar, A. Alaşehir ilçesinin tarımsal yapısı ve planlamasına dair öneriler. Coğrafi Bilimler Dergisi. 2005, 3(2), 1-17.

- [59]-Anonim. Dünya geneli şehirlerde iklim verileri.Climata-data.org., 2018, <https://tr.climata-data.org> > Asya > Türkiye > Manisa > Alaşehir,(Erişim tarihi: 12.09.2018).
- [60]- Kellog, C.E. Our garden soils. The Macmillan Company, New York, 1952, 232p.
- [61]- Anonim. Soil survey manuel. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture Handbook No:18, U.S. Government Printing Office, Washington, 1951, 203p.
- [62]- Bouyoucos, G.J. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal, 1962, 464-465p.
- [63]- Black, C.A. Methods of soil analysis: Part I, Physical and Mineralogical Properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1965. 1572p.
- [64]- Schlichting, E., Blume, H.P. Bodenkundliches praktikum, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin, 1966, 295p.
- [65]- Loue, A. Diagnostic petiolaire de prospection. Etudes sur la nutrition et la fertilisation potassiques de la vigne. Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agronomiques, France, 1968,31-41p.
- [66]- Olsen, S.R., Sommers, L.E. Phosphorous. In methods of soil analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney (eds). 2nd Edt. Agronomy No.9/2. Am. Soc. Agron. Soil Science Soc. America, Madison, Wisconsin, USA, 1982, 403 – 430p.
- [67]- Fawzi, A. F.A., El-Fouly, M.M. Soil and leaf analysis of potassium in different areas in Egypt. Editor, A. Sourat and M.M. El-Fouly, Role of potassium in crop producton, IPI, Bern, 1980, 73 – 80p.
- [68]- Lindsay, W.L., Norvell, W.A. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Science Society of America Journal, 1978, 42 (3), 421 – 428.
- [69]-Ayers, R.S., Westcot, D.W. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, FAO, Rome, 1976, 97p.
- [70]- Richards, L. A. Diagnosis and improment of saline and alkali soils. United States Salinity Laboratory Staff, Agricultural Handbook No: 60, United States Government Printing Office, Washington, 1954, 160p.
- [71]-Kacar, B, İnal. A. Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Ankara, 2008, 892s.
- [72]- Jackson, M.L., Soil chemical analysis.Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, 1967, 498p.
- [73]- Rayment, G.E., Higginson, F.R. Australian laboratory handbook of soil and water chemical methods. Inkata Press, Melbourne, 1992, 330p.

[74]- Rauterberg, E., Kremkus, F. Bestimmung von gesamthumus und alkalilöslichen humusstoffen im Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, 1951, 54(3), 240-249p.

[75]- Bremner, J.M. Total nitrogen. Methods of soil analysis, Part 2. Ed: C.A. Black, American Society of Agronomy Inc. Publisher, Madison, Wisconsin-USA, 1965, 1149-1178p.

[76]- Pratt, P.F. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed: C.A. Black, American Society of Agronomy, Inc. Pub. Agron. Series, No. 9., Madison, Wisconsin, U.S.A., 1965, 1022p.

[77]- Kandeler, E., Gerber, H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. Biology and Fertility of Soils, 1988, 6, 68 – 72.

[78]- Scharpf, H. C., Wehrmann, J. Importance of soil mineral N supply at the start of the growing season for assessing N fertilizer requirements of winter wheat. Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft, 1976, 32(1), 100-114p.

[79]- Lott, W.L., Nery, J.P., Galld, J.R., Mercalf, J.C. Leaf analyses technique in coffee research. IBEC. Research Institute Bulletin, No. 9, New York, 1956, 26p.

[80]- Anonim. Atık suların arıtılması ve alıcı ortama deşarjı. ODTÜ Çevre Müh. Bölümü Kurs Notları 26-30 Eylül 1983, Ankara.

[81]- Merck, E. Die untersuchung von wasser (7. Unveränderte Auflage). Darmstadt, Deutschland, 1973.

[82]-Jones Jr., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Athens, 1991, 213p.

[83]-Goutami, N., Rani, P. P., Pathy, R. L., Babu, P. R. Soil properties and biological activity as influenced by nutrient management in rice- fallow sorghum. International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. 2015, 5 (1),10-14.

[84]-Tiyagi, S. A., Safiuddin, Rizvi, R., Mahmood, I., Khan, Z. Evaluation of organic matter, bio-inoculants and inorganic fertilizers on growth and yield attributes of tomato with respect to the management of plant-parasitic nematodes. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2015, 27(8), 602-609.

[85]-Mulyani, O., Trinurani, E., Sudirja,R., Joy, B. The effect of bio-fertilizer on soil chemical properties of sugarcane in purwadadi subang. in 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security; A Comprehensive Approach, KnELife Sciences. 2017, 164–171.



[86]-Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., Sahin, F. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Scientia Horticulturae*. 2006, 111, 38–43.

[87]-Rekha, D. L. M., Lakshmiathy, R., Gopal, G. A. Effect of integrated use of biofertilizers, chemical fertilizers and farmyard manure on soil health parameters of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Journal Soil Science Plant Health*, 2018, 2(2), 1-4.

[88]-Muzaffer İpek, M., Eşitken, A. The actions of PGPR on micronutrient availability in soil and plant under calcareous soil conditions: An evaluation over Fe nutrition. *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives*. 2017, 81-100.

[89]-Longhini, V. Z., De Souza, W. C. R., Andreotti, M., Soares, N. D. Á., Costa, N. R. Inoculation of diazotrophic bacteria and nitrogen fertilization in topdressing in irrigated corn. *Rev. Caatinga, Mossoró*. 2016, 29(2), 338 – 347.

[90]-Gerçekcioğlu, R., Ertürk, A., Öz Atasever, Ö. Bitki büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR) uygulamasının Eşme ayva çeşidinde (*Cydonia vulgaris* L.) bitki gelişmesi üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2018, 35 (Ek Sayı), 89-96.

[91]-Mutlu, H. Orman altı toprağından izole edilen kimi bakterilerin, mısırın besin elementi alınmasına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Isparta, 2016, 56s. (Yüksek Lisans Tezi).

[92]-Karakurt, H., Aslantaş, R. Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on plant growth and leaf nutrient content of apple. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2010, 18(1), 101-110.

[93]-Kheroar, S., Patra, B. C., Halder, D., Barman, S. K., Mandal, K. Comparative efficacy of inorganic and bio-fertilizers on growth and yield of rainfed winter rice (*Oryza sativa* L.). *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2018, 26(2), 1-13.

## EKLER

### EK A. Biyogübre Uygulamasının Toprakların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

**Tablo EK A.1.** Ele Alınan Konuların 1. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki İki Yönlü MANOVA Varyans Analiz Tablosu

#### Çok Değişkenli Testler<sup>a</sup>

Faktör		Değer	F	Hipotezin Serbestlik Derecesi	Hatanın Serbestlik Derecesi	Sig.
<b>Sabit</b>	Pillai's Trace	1,000	70056,476 <sup>b</sup>	10,000	1,000	,003
	Wilks' Lambda	,000	70056,476 <sup>b</sup>	10,000	1,000	,003
	Hotelling's Trace	700564,762	70056,476 <sup>b</sup>	10,000	1,000	,003
	Roy's Largest Root	700564,762	70056,476 <sup>b</sup>	10,000	1,000	,003
<b>Konu</b>	Pillai's Trace	3,086	,806	50,000	25,000	,747
	Wilks' Lambda	,000	,813	50,000	7,925	,698
	Hotelling's Trace			50,000		
	Roy's Largest Root	101,589	50,794 <sup>c</sup>	10,000	5,000	,000
<b>Tekrar</b>	Pillai's Trace	1,380	,445	20,000	4,000	,900
	Wilks' Lambda	,044	,374 <sup>b</sup>	20,000	2,000	,906
	Hotelling's Trace	11,964	0,000	20,000	0,000	
	Roy's Largest Root	11,104	2,221 <sup>c</sup>	10,000	2,000	,350

a. Model: Sabit + KONU + TEKRAR

b. Kesin istatistik

c. İstatistik, F üzerinde bir üst sınırdır, bu da anlamlılık seviyesinde daha düşük bir sınır oluşturur.

**Tablo EK A.2.** Ele Alınan Konuların 2. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki İki Yönlü MANOVA Varyans Analiz Tablosu

Faktör		Değer	F	Hipotezin Serbestlik Derecesi	Hatanın Serbestlik Derecesi	Sig.
Sabit	Pillai's Trace	1,000	,000 <sup>b</sup>	11,000	0,000	
	Wilks' Lambda	,000	,000 <sup>b</sup>	11,000	0,000	
	Hotelling's Trace	12541725483479,700	,000 <sup>b</sup>	11,000	0,000	
	Roy's Largest Root	12541725483479,700	,000 <sup>b</sup>	11,000	0,000	
Konu	Pillai's Trace	3,418	,785	55,000	20,000	,764
	Wilks' Lambda	,000	11,463	55,000	3,587	,020
	Hotelling's Trace			55,000		
	Roy's Largest Root	330661862,452	120240677,255 <sup>c</sup>	11,000	4,000	,000
Tekrar	Pillai's Trace	1,840	1,042	22,000	2,000	,601
	Wilks' Lambda	,000	,000 <sup>b</sup>	22,000	0,000	
	Hotelling's Trace			22,000		
	Roy's Largest Root	377334546,549	34303140,595 <sup>c</sup>	11,000	1,000	,000

a. Model: Sabit + KONU + TEKRAR

b. Kesin istatistik

c. İstatistik, F üzerinde bir üst sınırdır, bu da anlamlılık seviyesinde daha düşük bir sınır oluşturur.

**Tablo EK A.3.** Ele Alınan Konuların 1. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki Tek Yönlü ANOVA Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynağı	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	pH	,062 <sup>a</sup>	7	0,009	2,858	0,065
	EC	189049,722 <sup>b</sup>	7	27007,103	4,042	0,023
	Organik Madde	1,049 <sup>c</sup>	7	0,15	1,641	0,23
	Toplam N	,001 <sup>d</sup>	7	7,68E-05	0,535	0,79
	Alınabilir P	1519,476 <sup>e</sup>	7	217,068	2,166	0,129
	Alınabilir K	7576,818 <sup>f</sup>	7	1082,403	0,602	0,743
	Alınabilir Ca	29827,251 <sup>h</sup>	7	4261,036	1,063	0,45
	Alınabilir Mg	539938,333 <sup>i</sup>	7	77134,048	0,52	0,801
	Alınabilir Fe	3,953 <sup>l</sup>	7	0,565	1,438	0,29
	Alınabilir Cu	,169 <sup>k</sup>	7	0,024	0,664	0,698
	Alınabilir Zn	2,970 <sup>l</sup>	7	0,424	1,625	0,234
	Alınabilir Mn	2,332 <sup>m</sup>	7	0,333	1,431	0,293
	NH <sub>4</sub>	24,889 <sup>n</sup>	7	3,556	1,48	0,277
	NO <sub>3</sub>	1,196 <sup>o</sup>	7	0,171	3,56	0,034
Sabit	pH	1100,9	1	1100,9	357177,23	0
	EC	7969362,7	1	7969362,7	1192,83	0
	Organik Madde	93,161	1	93,161	1020,125	0
	Toplam N	0,26	1	0,26	1810,179	0
	Alınabilir P	29919,472	1	29919,472	298,552	0
	Alınabilir K	1745901,5	1	1745901,5	970,429	0
	Alınabilir Ca	87427258	1	87427258	21802,166	0
	Alınabilir Mg	1,147E+09	1	1,147E+09	7737,523	0
	Alınabilir Fe	716,059	1	716,059	1824,018	0
	Alınabilir Cu	43,898	1	43,898	1204,788	0
	Alınabilir Zn	253,5	1	253,5	971,195	0
	Alınabilir Mn	581,178	1	581,178	2495,551	0
	NH <sub>4</sub>	1588,788	1	1588,788	661,54	0
	NO <sub>3</sub>	26,669	1	26,669	555,778	0
Konu	pH	0,05	5	0,01	3,255	0,053

	EC	154335,61	5	30867,122	4,62	0,019
	Organik Madde	0,929	5	0,186	2,035	0,159
	Toplam N	0	5	6,72E-05	0,468	0,792
	Almabilir P	1165,235	5	233,047	2,325	0,12
	Almabilir K	4904,165	5	980,833	0,545	0,739
	Almabilir Ca	20454,811	5	4090,962	1,02	0,455
	Almabilir Mg	533480	5	106696	0,72	0,623
	AlmabilirFe	3,431	5	0,686	1,748	0,211
	Almabilir Cu	0,16	5	0,032	0,879	0,529
	Almabilir Zn	2,89	5	0,578	2,215	0,133
	Almabilir Mn	2,3	5	0,46	1,976	0,168
	NH4	14,418	5	2,884	1,201	0,375
	NO3	1,118	5	0,224	4,659	0,019
Tekrar	pH	0,012	2	0,006	1,867	0,205
	EC	34714,111	2	17357,056	2,598	0,123
	Organik Madde	0,12	2	0,06	0,655	0,54
	Toplam N	0	2	0	0,702	0,518
	Almabilir P	354,241	2	177,121	1,767	0,22
	Almabilir K	2672,653	2	1336,326	0,743	0,5
	Almabilir Ca	9372,44	2	4686,22	1,169	0,35
	Almabilir Mg	6458,333	2	3229,167	0,022	0,979
	AlmabilirFe	0,522	2	0,261	0,665	0,536
	Almabilir Cu	0,009	2	0,005	0,128	0,882
	Almabilir Zn	0,079	2	0,04	0,152	0,861
	Almabilir Mn	0,032	2	0,016	0,069	0,934
	NH4	10,471	2	5,235	2,18	0,164
	NO3	0,078	2	0,039	0,814	0,471
Hata	pH	0,031	10	0,003		
	EC	66810,556	10	6681,056		
	Organik Madde	0,913	10	0,091		
	Toplam N	0,001	10	0		
	Almabilir P	1002,151	10	100,215		
	Almabilir K	17991,033	10	1799,103		

	Alınabilir Ca	40100,263	10	4010,026		
	Alınabilir Mg	1482527,7	10	148252,77		
	Alınabilir Fe	3,926	10	0,393		
	Alınabilir Cu	0,364	10	0,036		
	Alınabilir Zn	2,61	10	0,261		
	Alınabilir Mn	2,329	10	0,233		
	NH4	24,017	10	2,402		
	NO3	0,48	10	0,048		
Toplam	pH	1100,992	18			
	EC	8225223	18			
	Organik Madde	95,123	18			
	Toplam N	0,262	18			
	Alınabilir P	32441,1	18			
	Alınabilir K	1771469,3	18			
	Alınabilir Ca	87497186	18			
	Alınabilir Mg	1,149E+09	18			
	Alınabilir Fe	723,937	18			
	Alınabilir Cu	44,432	18			
	Alınabilir Zn	259,08	18			
	Alınabilir Mn	585,839	18			
	NH4	1637,694	18			
	NO3	28,345	18			
Düzeltilmiş Toplam	pH	0,092	17			
	EC	255860,28	17			
	Organik Madde	1,962	17			
	Toplam N	0,002	17			
	Alınabilir P	2521,627	17			
	Alınabilir K	25567,851	17			
	Alınabilir Ca	69927,514	17			
	Alınabilir Mg	2022466	17			
	Alınabilir Fe	7,878	17			
	Alınabilir Cu	0,534	17			

Alınabilir Zn	5,58	17			
Alınabilir Mn	4,661	17			
NH4	48,905	17			
NO3	1,676	17			

- a.  $R^2 = ,667$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,434$ )  
b.  $R^2 = ,739$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,556$ )  
c.  $R^2 = ,535$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,209$ )  
d.  $R^2 = ,272$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,237$ )  
e.  $R^2 = ,603$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,324$ )  
f.  $R^2 = ,296$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,196$ )  
g.  $R^2 = ,296$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,197$ )  
h.  $R^2 = ,427$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,025$ )  
i.  $R^2 = ,267$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,246$ )  
j.  $R^2 = ,502$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,153$ )  
k.  $R^2 = ,317$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,160$ )  
l.  $R^2 = ,532$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,205$ )  
m.  $R^2 = ,500$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,151$ )  
n.  $R^2 = ,509$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,165$ )  
o.  $R^2 = ,714$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,513$ )

**Tablo EK A.4.** Ele Alınan Konuların 2. Dönemde Alınan Toprak Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerindeki Tek Yönlü ANOVA Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynağı	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	pH	,012 <sup>a</sup>	7	0,002	1,36	0,318
	EC	79961,056 <sup>b</sup>	7	11423,008	1,188	0,389
	Organik Madde	,599 <sup>c</sup>	7	0,086	0,411	0,875
	Toplam N	,001 <sup>d</sup>	7	9,76E-05	0,714	0,663
	Alınabilir P	235,752 <sup>e</sup>	7	33,679	0,672	0,693
	Alınabilir K	34669,305 <sup>f</sup>	7	4952,758	0,33	0,923
	Alınabilir Ca	1164620,194 <sup>h</sup>	7	166374,31	0,534	0,791
	Alınabilir Mg	12723,403 <sup>i</sup>	7	1817,629	0,611	0,736
	AlınabilirFe	3,956 <sup>j</sup>	7	0,565	0,318	0,929
	Alınabilir Cu	,207 <sup>k</sup>	7	0,03	0,928	0,525
	Alınabilir Zn	2,627 <sup>l</sup>	7	0,375	0,781	0,618
	Alınabilir Mn	7,935 <sup>m</sup>	7	1,134	6,07	0,006
	NH4	9,874 <sup>n</sup>	7	1,411	1,372	0,314
	NO3	,256 <sup>o</sup>	7	0,037	1,201	0,383
Sabit	pH	1160,817	1	1160,817	902968,99	0
	EC	4373896,1	1	4373896,1	454,79	0
	Organik Madde	67,01	1	67,01	321,864	0
	Toplam N	0,252	1	0,252	1844,268	0
	Alınabilir P	14468,763	1	14468,763	288,811	0
	Alınabilir K	1841888,2	1	1841888,2	122,651	0
	Alınabilir Ca	80038745	1	80038745	256,918	0
	Alınabilir Mg	11578634	1	11578634	3890,587	0
	AlınabilirFe	735,617	1	735,617	414,315	0
	Alınabilir Cu	39,813	1	39,813	1248,098	0
	Alınabilir Zn	242,954	1	242,954	505,265	0
	Alınabilir Mn	337,567	1	337,567	1807,565	0
	NH4	1662,338	1	1662,338	1616,237	0
	NO3	4,961	1	4,961	162,895	0
Konu	pH	0,012	5	0,002	1,799	0,201
	EC	14624,944	5	2924,989	0,304	0,899



	Organik Madde	0,436	5	0,087	0,419	0,825
	Toplam N	0,001	5	0	0,854	0,543
	Almabilir P	111,244	5	22,249	0,444	0,808
	Almabilir K	25880,5	5	5176,1	0,345	0,874
	Almabilir Ca	619031,21	5	123806,24	0,397	0,84
	Almabilir Mg	11272,88	5	2254,576	0,758	0,6
	AlmabilirFe	3,358	5	0,672	0,378	0,853
	Almabilir Cu	0,198	5	0,04	1,242	0,359
	Almabilir Zn	2,179	5	0,436	0,906	0,514
	Almabilir Mn	6,83	5	1,366	7,314	0,004
	NH4	3,12	5	0,624	0,607	0,697
	NO3	0,116	5	0,023	0,763	0,597
Tekrar	pH	0,001	2	0	0,264	0,773
	EC	65336,111	2	32668,056	3,397	0,075
	Organik Madde	0,162	2	0,081	0,39	0,687
	Toplam N	1,00E-04	2	5,00E-05	0,366	0,703
	Almabilir P	124,508	2	62,254	1,243	0,33
	Almabilir K	8788,805	2	4394,403	0,293	0,752
	Almabilir Ca	545588,99	2	272794,49	0,876	0,446
	Almabilir Mg	1450,523	2	725,262	0,244	0,788
	AlmabilirFe	0,598	2	0,299	0,168	0,847
	Almabilir Cu	0,009	2	0,005	0,142	0,869
	Almabilir Zn	0,448	2	0,224	0,466	0,641
	Almabilir Mn	1,105	2	0,553	2,959	0,098
	NH4	6,754	2	3,377	3,283	0,08
	NO3	0,14	2	0,07	2,297	0,151
Hata	pH	0,013	10	0,001		
	EC	96173,889	10	9617,389		
	Organik Madde	2,082	10	0,208		
	Toplam N	0,001	10	0		
	Almabilir P	500,976	10	50,098		
	Almabilir K	150173,23	10	15017,323		
	Almabilir Ca	3115347	10	311534,7		
	Almabilir Mg	29760,637	10	2976,064		
	AlmabilirFe	17,755	10	1,776		

	Alınabilir Cu	0,319	10	0,032		
	Alınabilir Zn	4,808	10	0,481		
	Alınabilir Mn	1,868	10	0,187		
	NH4	10,285	10	1,029		
	NO3	0,305	10	0,03		
Toplam	pH	1160,842	18			
	EC	4550031	18			
	Organik Madde	69,691	18			
	Toplam N	0,254	18			
	Alınabilir P	15205,491	18			
	Alınabilir K	2026730,8	18			
	Alınabilir Ca	84318712	18			
	Alınabilir Mg	11621118	18			
	Alınabilir Fe	757,328	18			
	Alınabilir Cu	40,339	18			
	Alınabilir Zn	250,39	18			
	Alınabilir Mn	347,369	18			
	NH4	1682,497	18			
	NO3	5,522	18			
Düzeltilmiş Toplam	pH	0,025	17			
	EC	176134,94	17			
	Organik Madde	2,681	17			
	Toplam N	0,002	17			
	Alınabilir P	736,728	17			
	Alınabilir K	184842,53	17			
	Alınabilir Ca	4279967,2	17			
	Alınabilir Mg	42484,04	17			
	Alınabilir Fe	21,711	17			
	Alınabilir Cu	0,526	17			
	Alınabilir Zn	7,436	17			
	Alınabilir Mn	9,802	17			
	NH4	20,16	17			
	NO3	0,561	17			

a.  $R^2 = ,488$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,129$ )

b.  $R^2 = ,454$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,072$ )

- c.  $R^2 = ,223$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,320$ )
- d.  $R^2 = ,333$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,133$ )
- e.  $R^2 = ,320$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,156$ )
- f.  $R^2 = ,188$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,381$ )
- g.  $R^2 = ,272$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,237$ )
- h.  $R^2 = ,272$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,237$ )
- i.  $R^2 = ,299$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,191$ )
- j.  $R^2 = ,182$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,390$ )
- k.  $R^2 = ,394$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,031$ )
- l.  $R^2 = ,353$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,099$ )
- m.  $R^2 = ,809$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,676$ )
- n.  $R^2 = ,490$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,133$ )
- o.  $R^2 = ,457$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,076$ )



## EK B. Biyogübre Uygulamasının Mısır Bitkisinde Yaprakların Besin Maddesi İçerikleri ve Bazı Agronomik Özellikleri Üzerine Etkileri

**Tablo EK B.1.** İncelenen Konuların Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Ve Besin İçeriği Üzerindeki İki Yönlü MANOVA Varyans Analiz Tablosu

Faktör		Değer	F	Hipotezin Serbestlik Derecesi	Hatanın Serbestlik Derecesi	Sig.
<b>Sabit</b>	Pillai's Trace	1	12778,711 <sup>b</sup>	10	1	0,007
	Wilks' Lambda	0	12778,711 <sup>b</sup>	10	1	0,007
	Hotelling's Trace	127787,1	12778,711 <sup>b</sup>	10	1	0,007
	Roy's Largest Root	127787,1	12778,711 <sup>b</sup>	10	1	0,007
<b>Tekrar</b>	Pillai's Trace	1,766	1,51	20	4	0,375
	Wilks' Lambda	0,002	1,901 <sup>b</sup>	20	2	0,401
	Hotelling's Trace	91,662	0	20	0	
	Roy's Largest Root	88,172	17,634 <sup>c</sup>	10	2	0,055
<b>Konu</b>	Pillai's Trace	3,761	1,517	50	25	0,13
	Wilks' Lambda	0	1,39	50	7,925	0,328
	Hotelling's Trace			50		
	Roy's Largest Root	41,941	20,970 <sup>c</sup>	10	5	0,002

a. Model: Sabit + KONU + TEKRAR

b. Kesin istatistik

c. İstatistik, F üzerinde bir üst sınırdır, bu da anlamlılık seviyesinde daha düşük bir sınır oluşturur.

**Tablo EK B.2.** İncelenen Konuların Mısır Bitkisinin Bazı Agronomik Özellikleri Ve Besin İçeriği Üzerindeki Tek Yönlü ANOVA Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynağı	Bağımlı Değişken	Tip III Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	Tek Koçan Ağırlığı	1315231,833 <sup>b</sup>	7	187890,262	2,388	,103
	Koçanda Tane Ağırlığı	1412547,722 <sup>c</sup>	7	201792,532	2,502	,091
	Bin Tane Ağırlığı	6216,667 <sup>e</sup>	7	888,095	3,977	,024
	Tane Verimi	949797,088 <sup>f</sup>	7	135685,298	2,502	,091
	Koçan Çapı	35,972 <sup>g</sup>	7	5,139	5,499	,008
	Koçandaki Sıra Sayısı	9,177 <sup>h</sup>	7	1,311	1,303	,340
	Koçan Boyu	4,539 <sup>i</sup>	7	,648	1,087	,437
	Bitki Boyu	1763,737 <sup>j</sup>	7	251,962	6,163	,005
	İlk Koçan Yüksekliği	292,591 <sup>k</sup>	7	41,799	7,609	,002
	Bitkide Sap Kalınlığı	5,853 <sup>l</sup>	7	,836	2,958	,059
	N	,180 <sup>m</sup>	7	,026	1,033	,466
	P	,001 <sup>n</sup>	7	,000	1,095	,433
	K	,110 <sup>o</sup>	7	,016	1,616	,237
	Mg	,004 <sup>p</sup>	7	,001	1,531	,261
	Ca	,016 <sup>q</sup>	7	,002	2,599	,083
	Mn	119,819 <sup>s</sup>	7	17,117	,846	,575
	Zn	70,699 <sup>t</sup>	7	10,100	,762	,631
	Cu	90,037 <sup>u</sup>	7	12,862	3,718	,030
	Fe	2218,611 <sup>v</sup>	7	316,944	3,307	,043
	Sabit	Tek Koçan Ağırlığı	36645360,500	1	36645360,500	465,781
Koçanda Tane Ağırlığı		20708902,722	1	20708902,722	256,791	,000
Bin Tane Ağırlığı		2268450,000	1	2268450,000	10157,239	,000
Tane Verimi		13924666,190	1	13924666,190	256,791	,000
Koçan Çapı		35307,102	1	35307,102	37779,565	,000
Koçandaki Sıra Sayısı		4399,220	1	4399,220	4371,534	,000
Koçan Boyu		7605,556	1	7605,556	12749,115	,000
Bitki Boyu		1150897,347	1	1150897,347	28151,306	,000
İlk Koçan Yüksekliği		185217,267	1	185217,267	33717,418	,000
Bitkide Sap Kalınlığı		5202,000	1	5202,000	18403,302	,000
N		117,504	1	117,504	4722,848	,000
P		,641	1	,641	6974,259	,000
K		43,556	1	43,556	4470,803	,000
Mg		,795	1	,795	2105,251	,000
Ca		1,352	1	1,352	1548,466	,000
Mn		6301,902	1	6301,902	311,638	,000
Zn		12618,250	1	12618,250	952,050	,000
Cu		5280,494	1	5280,494	1526,203	,000
Fe		280775,201	1	280775,201	2929,872	,000
Tekrar		Tek Koçan Ağırlığı	571301,333	2	285650,667	3,631
	Koçanda Tane Ağırlığı	648254,778	2	324127,389	4,019	,052
	Bin Tane Ağırlığı	3033,333	2	1516,667	6,791	,014
	Tane Verimi	435886,513	2	217943,256	4,019	,052
	Koçan Çapı	14,621	2	7,311	7,822	,009
	Koçandaki Sıra Sayısı	6,463	2	3,232	3,211	,084
	Koçan Boyu	2,434	2	1,217	2,040	,181

	Bitki Boyu	1277,488	2	638,744	15,624	,001
	İlk Koçan Yüksekliği	78,834	2	39,417	7,176	,012
	Bitkide Sap Kalınlığı	1,080	2	,540	1,910	,198
	N	,109	2	,054	2,189	,163
	P	5,811E-05	2	2,906E-05	,316	,736
	K	,018	2	,009	,912	,433
	Mg	,001	2	,000	,850	,456
	Ca	,002	2	,001	1,149	,355
	Mn	75,781	2	37,891	1,874	,204
	Zn	23,001	2	11,501	,868	,449
	Cu	2,528	2	1,264	,365	,703
	Fe	629,441	2	314,721	3,284	,080
Konu	Tek Koçan Ağırlığı	743930,500	5	148786,100	1,891	,183
	Koçanda Tane Ağırlığı	764292,944	5	152858,589	1,895	,182
	Bin Tane Ağırlığı	3183,333	5	636,667	2,851	,075
	Tane Verimi	513910,576	5	102782,115	1,895	,182
	Koçan Çapı	21,351	5	4,270	4,569	,020
	Koçandaki Sıra Sayısı	2,713	5	,543	,539	,743
	Koçan Boyu	2,104	5	,421	,706	,632
	Bitki Boyu	486,249	5	97,250	2,379	,114
	İlk Koçan Yüksekliği	213,756	5	42,751	7,783	,003
	Bitkide Sap Kalınlığı	4,773	5	,955	3,377	,048
	N	,071	5	,014	,570	,722
	P	,001	5	,000	1,406	,302
	K	,092	5	,018	1,898	,182
	Mg	,003	5	,001	1,803	,200
	Ca	,014	5	,003	3,179	,056
	Mn	44,038	5	8,808	,436	,814
	Zn	47,698	5	9,540	,720	,623
Cu	87,509	5	17,502	5,059	,014	
Fe	1589,169	5	317,834	3,317	,050	
Hata	Tek Koçan Ağırlığı	786750,667	10	78675,067		
	Koçanda Tane Ağırlığı	806450,556	10	80645,056		
	Bin Tane Ağırlığı	2233,333	10	223,333		
	Tane Verimi	542257,354	10	54225,735		
	Koçan Çapı	9,346	10	,935		
	Koçandaki Sıra Sayısı	10,063	10	1,006		
	Koçan Boyu	5,966	10	,597		
	Bitki Boyu	408,826	10	40,883		
	İlk Koçan Yüksekliği	54,932	10	5,493		
	Bitkide Sap Kalınlığı	2,827	10	,283		
	N	,249	10	,025		
	P	,001	10	9,192E-05		
	K	,097	10	,010		
	Mg	,004	10	,000		
	Ca	,009	10	,001		
	Mn	202,219	10	20,222		
	Zn	132,538	10	13,254		
Cu	34,599	10	3,460			
Fe	958,319	10	95,832			
Toplam	Tek Koçan Ağırlığı	38747343,000	18			
	Koçanda Tane Ağırlığı	22927901,000	18			

	Bin Tane Ağırlığı	2276900,000	18		
	Tane Verimi	15416720,632	18		
	Koçan Çapı	35352,420	18		
	Koçandaki Sıra Sayısı	4418,460	18		
	Koçan Boyu	7616,060	18		
	Bitki Boyu	1153069,910	18		
	İlk Koçan Yüksekliği	185564,790	18		
	Bitkide Sap Kalınlığı	5210,680	18		
	N	117,933	18		
	P	,643	18		
	K	43,763	18		
	Mg	,803	18		
	Ca	1,377	18		
	Mn	6623,940	18		
	Zn	12821,486	18		
	Cu	5405,130	18		
	Fe	283952,130	18		
Düzeltilmiş Toplam	Tek Koçan Ağırlığı	2101982,500	17		
	Koçanda Tane Ağırlığı	2218998,278	17		
	Bin Tane Ağırlığı	8450,000	17		
	Tane Verimi	1492054,442	17		
	Koçan Çapı	45,318	17		
	Koçandaki Sıra Sayısı	19,240	17		
	Koçan Boyu	10,504	17		
	Bitki Boyu	2172,563	17		
	İlk Koçan Yüksekliği	347,523	17		
	Bitkide Sap Kalınlığı	8,680	17		
	N	,429	17		
	P	,002	17		
	K	,208	17		
	Mg	,008	17		
	Ca	,025	17		
	Mn	322,038	17		
	Zn	203,237	17		
Cu	124,636	17			
Fe	3176,929	17			

a.  $R^2 = ,630$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,370$ )

b.  $R^2 = ,626$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,364$ )

c.  $R^2 = ,637$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,382$ )

d.  $R^2 = ,654$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,411$ )

e.  $R^2 = ,736$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,551$ )

f.  $R^2 = ,637$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,382$ )

g.  $R^2 = ,794$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,649$ )

h.  $R^2 = ,477$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,111$ )

i.  $R^2 = ,432$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,035$ )

j.  $R^2 = ,812$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,680$ )

k.  $R^2 = ,842$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,731$ )

- l.  $R^2 = ,674$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,446$ )  
m.  $R^2 = ,420$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,013$ )  
n.  $R^2 = ,434$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,038$ )  
o.  $R^2 = ,531$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,202$ )  
p.  $R^2 = ,517$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,179$ )  
q.  $R^2 = ,645$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,397$ )  
r.  $R^2 = ,697$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,485$ )  
s.  $R^2 = ,372$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,067$ )  
t.  $R^2 = ,348$  (Düzeltilmiş  $R^2 = -,109$ )  
u.  $R^2 = ,722$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,528$ )  
v.  $R^2 = ,698$  (Düzeltilmiş  $R^2 = ,487$ )





## ÖZGEÇMİŞ

Özkan YARDIMCI

Doğum Yeri ve Tarih: Alaşehir- 15/01/1988

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dil: İngilizce

E-mail : [ozkanyardimci156@gmail.com](mailto:ozkanyardimci156@gmail.com)

### **Eğitim Durumu:**

Lise : Yabancı Dil Ağırlıklı Alaşehir Lisesi 2002-2006  
Lisans : E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri 2007-2011  
Yüksek Lisans: Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2014-

### **İş Deneyimlerim:**

1-Aska Zirai İlaç A.Ş. Ocak-2013  
Tarım İlaçları Teknik Sorumlusu  
2-SGS Denetim ve Gözetim A.Ş. 2013-2015  
İnspektör  
3-Akdem Tarım A.Ş. Haziran-2015  
Bitki Besleme Ürünleri Pazarlama Sorumlusu  
4-Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri 2015-Halen  
Ziraat Mühendisi

