



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

**FARKLI FOSFOR MİKTARI VE BAKTERİ
UYGULAMALARININ SUSAMIN (*Sesamum
indicum* L.) VERİM VE VERİM
BİLEŞENLERİNE ETKİSİNİN
BELİRLENMESİ**

Karım TAHIROU DAN BABA

DOKTORA TEZİ

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Şubat-2021

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Karim TAHIROU DAN BABA

Tarih: 16/02/2021

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI FOSFOR MİKTARI VE BAKTERİ UYGULAMALARININ SUSAMIN (*Sesamum indicum* L.) VERİM VE VERİM BİLEŞENLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Karim TAHIROU DAN BABA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Eray TULUKCU
Tarla Bitkileri

2021, 110 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Eray TULUKCU
Prof. Dr. Sait GEZGİN
Prof. Dr. Mehmet ZENGİN
Prof. Dr. Ayten NAMLI
Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

Bu araştırma, farklı fosfor miktarı (0, 2, 4 kg P₂O₅/da) ve bakteri uygulamalarının susamın (*Sesamum indicum* L.) verim ve verim bileşenlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma Konya ekolojik koşullarında Selçuk Üniversitesi Akören Ali Rıza Ercan Meslek Yüksekokulu deneme sahasında tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tarla denemelerinin yürütülmesi esnasında verim (19.75-45.54 kg/da), bitki boyu (36.65-51.92 cm), biyomas (404.21-671.03 g); kök boyu (11.61-15.33 cm), dal sayısı (2.83-5.22 adet), kapsül sayısı (23.33-45.17 adet/bitki), kapsülde tane sayısı (48.42-76.00 adet), bin tane ağırlığı (2.38-2.86 g) ve toprakta fosfor (26.7-59.3 mg P/kg) düzeyleri belirlenmiştir. Toprağa *Bacillus* sp. # 189 ve fosfor dozları uygulama çalışmasında istatistiki olarak bakteri uygulamasının toprakta fosfor içeriğine, bitki boyuna, bitkide kapsül sayısına, biyomas ve verime P<0.01, kök boyu üzerine ise P<0.05 önem seviyesinde etkili bulunmuştur. Fosfor uygulamaları ise bitkide kapsül sayısı ve verim üzerine P<0,01 düzeyinde önemli olmuştur. ‘Yıl x bakteri’ interaksyonu, bitkide kapsül sayısına P<0.01, bitkide dal sayısı, biyomass ve verim üzerine P<0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur. ‘Yıl x fosfor’ interaksyonu ise kök boyu ve bitkide kapsül sayısı üzerine P<0,01 düzeyinde önemli olmuştur. Bu çalışmada susamda kontrol parsellerin de verim ortalaması 24,98 kg/da olurken mikrobiyal gübreleme ve fosfor dozu uygulamalarının ortalaması ise 34,95 kg/da olmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerde verim ve verim bileşenlerine ait ortalamalar, bakteri uygulanmayan parsel ortalamalarından daha yüksek bulunmuştur. Yarı kurak bölgeleri temsil eden araştırma alanında, susam tarımında bakteri ile biyogübrelemenin, verim, verim bileşenleri ve toprağın fosfor içeriğini artırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Bacillus* sp. # 189, Fosfor, Susam, Verim, Verim bileşenleri

ABSTRACT

Ph.D THESIS

DETERMINATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES AND BACTERIA APPLICATIONS ON SESAME (*Sesamum indicum* L.) YIELD AND YIELD COMPONENTS

Karim TAHIROU DAN BABA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION

Advisor: Prof. Dr. Eray TULUKCU

2021, 110 Pages

Jury

Advisor Prof. Dr. Eray TULUKCU

Prof. Dr. Sait GEZGİN

Prof. Dr. Mehmet ZENGİN

Prof. Dr. Ayten NAMLI

Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

This research was carried out to determine the effects of different phosphorus amounts (0, 20, 40 kg P₂O₅ ha⁻¹) and bacteria application on the yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). The research was carried out in the Akören Vocational School trial site under Konya ecological conditions in a randomized block design with 4 repetitions. During the field trials, yield, plant height, biomass, root length, number of branches, number of capsules, number of seeds in capsule, thousand grain weight, phosphorus values in the soil and plant were determined. During the field trials, yield (197.5-455.4 kg ha⁻¹), plant height (36.65-51.92 cm), biomass (404.21-671.03 g); root length (11.61-15.33 cm), number of branches (2.83-5.22 pieces), number of capsules (23.33-45.17 pieces), the number of grains in the capsule (48.42-76.00 pieces), thousand grain weight (2.38-2.86 g) and the phosphorus values in the soil (26.7-59.3 mg P kg⁻¹) were determined. In the application of *Bacillus* sp.# 189 and phosphorus doses to the soil, it was found that the application of bacteria was statistically significant on the phosphorus content in the soil, plant height, the number of capsules in the plant, biomass and yield at P <0.01 and root length at P <0.05. While the phosphorus applications were statistically significant at P <0.01 on the number of capsules and yield in the plant. 'Year x bacteria' interaction were found to be significant on the number of capsules in the plant at P <0.01; on the number of branches in the plant, biomass and yield at P <0.05. 'Year x phosphorus' interaction were significant on the root length and the number of capsules in the plant at P <0.01. In this study, while the average yield of control plots in sesame was 249.8 kg ha⁻¹, the average of microbial fertilization and phosphorus dosage applications was 349.5 kg ha⁻¹. In plots treated with different phosphorus doses and bacteria, the averages of yield and yield components were higher than the averages of the non-bacterial parcels. It was observed that bio-fertilization with bacteria in sesame cultivation in semiarid regions increased the yield, yield components and phosphorus content in the soil.

Keywords: *Bacillus* sp. # 189, Phosphorus, Sesame, Yield, Yield components.

ÖNSÖZ

Lisans üstü eğitim almamı sağlayan Türkiye Cumhuriyeti Devletine, konu seçimimde ve çalışmalarımnda her zaman yardımcı olan ve yönlendiren danışmanım Prof. Dr. Eray TULUKCU'ya, Büyükelçi Adama Gazibo başta olmak üzere Nijer Büyükelçiliğine, Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığına, S.Ü. Akören MYO yönetici ve personellerine, Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, Prof. Dr. Mehmet ZENGİN'e ve Prof. Dr. Mehmet ÖĞÜT'e yakından veya uzaktan tüm yardım eden herkese ve çalışmam süresince bana maddi ve manevi desteklerini her zaman gösteren aileme teşekkür ederim.

Karim TAHIROU DAN BABA

KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
2.1. SUSAM (<i>SESAMUM INDICUM</i> L.).....	7
2.2. FOSFOR	10
2.3. MİKROORGANİZMALAR.....	14
2.4. DİĞER KONULAR (AZOT, FOSFOR, POTASYUM, VERİM VE VERİM BİLEŞENLERİ) İLE İLGİLİ LİTERATÜRLERİ.....	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1. MATERYAL	33
3.2. YÖNTEM	34
3.2.1. Deneme yeri ile iklim ve toprak özellikleri	42
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	47
4.1. DENEME ALANI TOPRAKLARININ YARAYIŞLI FOSFOR (MG P/KG) İÇERİĞİ	47
4.2. BİTKİDE FOSFOR (% P)	49
4.3. TOPLAM BİTKİ BOYU (CM).....	51
4.4. BİTKİ KÖK BOYU (CM)	54
4.5. BİTKİ BOYU (CM)	57
4.6. BİTKİDE KAPSÜL SAYISI (ADET)	60
4.7. BİTKİDE DAL SAYISI (ADET).....	65
4.8. BİYOMAS (G/PARSEL)	67
4.9. BİN TANE AĞIRLIĞI (G)	71
4.10. KAPSÜLDE TANE SAYISI (ADET)	73
4.11. SUSAM VERİMİ (KG/DA)	75
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	80
6. KAYNAKLAR	83
7. EKLER:.....	96
8. ÖZGEÇMİŞ	110

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

ŞEKİL 3-1. Denemede Kullanılan Fosfor Çözen Bakteri (<i>Bacillus</i> Sp. # 189).....	33
ŞEKİL 3-2. Azot ve Fosfor Kaynağı Olarak Triple Süper Fosfat ve Üre Gübreleri.....	35
ŞEKİL 3-3. Deneme Planı.....	35
ŞEKİL 3-4. Bakteri (<i>Bacillus</i> Sp. # 189) Kültürlerinin Susam Tohumlarına Aşılması	36
ŞEKİL 3-5. Deneme Alanında Ekim İşlemleri	37
ŞEKİL 3-6. Deneme Alanında Ekim Ve Gübreleme İşlemleri	37
ŞEKİL 3-7. Deneme Alanında Susam Bitkileri Ve Irrometreye Ait Görüntüler	38
ŞEKİL 3-8. Hasat İşlemleri.....	38
ŞEKİL 3-9. 2018 Yılında Hasat Sonrasında Toprak Örneklerinin Alınması.....	39
ŞEKİL 3-10. 2019 Yılında Hasat Sonrasında Toprak Örneklerinin Alınması.....	39
ŞEKİL 3-11. Hasattan Sonra Kurutulmuş Bitki Örnekleri	40
ŞEKİL 3-12. Hasattan Sonra Bitkilerde Gözlem Ve Ölçüm İşlemleri	40
ŞEKİL 3-13. Fosfor Analizi İçin Çiçeklenme Döneminde Alınan Bitki Örnekleri.....	41
ŞEKİL 3-14. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında toprak analiz işlemleri.....	41
ŞEKİL 3-15. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında ICP-AES ile toprak analiz işlemleri.....	41
ŞEKİL 3-16. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında Çözelti Hazırlama İşlemleri	43
ŞEKİL 3-17. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında Toprak Örneklerinde pH, EC ve Kireç Analizleri	43
ŞEKİL 3-18. Akören İlçesi Aylık Toplam Yağış (Mm) Eğrisi.....	45
ŞEKİL 3-19. Akören İlçesi'ne Ait Ortalama Sıcaklık Eğrisi.....	45
ŞEKİL 3-20. Akören İlçesi'ne Ait Aylık Ortalama Nispi Nem (%) Eğrisi	46
ŞEKİL 4-1. Uygulamaların Toprağın Yarayışlı Fosfor İçeriğine Etkileri	48
ŞEKİL 4-2. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Toprakta Yarayışlı Fosfor İçeriğine Etkisi	49
ŞEKİL 4-3. Uygulamaların Susam Bitkisinin Fosfor (%) İçeriğine Etkileri	51
ŞEKİL 4-4. Uygulamaların susamda toplam bitki boyu (cm) sonuçları.....	52
ŞEKİL 4-5. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Bitki Toplam Boyuna Etkileri	53
ŞEKİL 4-6. Yılların Susam Toplam Bitki Boyuna Etkileri	53
ŞEKİL 4-7. Uygulamaların Susam Kök Boyuna Etkileri İle İlgili Sonuçlar	55
ŞEKİL 4-8. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Susam Kök Boyuna Etkileri	56
ŞEKİL 4-9. Yılların Susam Kök Boyuna Etkileri.....	56
ŞEKİL 4-10. 'Yıl X Fosfor Dozu' İnteraksiyonunun Susam Kök Boyuna Etkileri.....	57
ŞEKİL 4-11. Uygulamaların Bitki Boyuna (Cm) Etkileri İle İlgili Sonuçlar	58
ŞEKİL 4-12. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Susam Bitki Boyuna (Cm) Etkileri	59
ŞEKİL 4-13. Yılların Susam Bitki Boyuna Etkileri.....	60

ŞEKİL 4-14. Uygulamaların Susamda Kapsül Sayısına (Adet) Ait Sonuçlar	61
ŞEKİL 4-15. ‘Yıl x Bakteri’ İnteraksiyonunun Bitki Kapsül Sayısına Etkileri.....	62
ŞEKİL 4-16. Bakteri ve Fosfor Uygulamalarının Susam Kapsül Sayısına Etkileri.....	63
ŞEKİL 4-17. Yılların Susam Kapsül Sayısına Etkileri	63
ŞEKİL 4-18. Fosfor Dozlarının Susam Kapsül Sayısına Etkileri	63
ŞEKİL 4-19. ‘Yıl x Fosfor Dozu’ İnteraksiyonunun Susam Kapsül Sayısına Etkileri	64
ŞEKİL 4-20. Uygulamaların Susamda Dal Sayısına Ait Sonuçlar	66
ŞEKİL 4-21. ‘Yıl x Bakteri’ İnteraksiyonunun Susam Dal Sayısına Etkileri.....	67
ŞEKİL 4-22. Yılların Susam Dal Sayısına Etkileri.....	67
ŞEKİL 4-23. Uygulamaların Susamda Biyomas Üzerine Etkileri.....	69
ŞEKİL 4-24. ‘Yıl x Bakteri’ İnteraksiyonunun Susam Biyomasına Etkileri.....	69
ŞEKİL 4-25. Bakteri ve Fosfor Uygulamalarının Biyomasına Etkileri.....	70
ŞEKİL 4-26. Yılların Susam Biyomasına Etkileri.....	70
ŞEKİL 4-27. Uygulamaların Bin Tane Ağırlığına Ait Sonuçlar.....	72
ŞEKİL 4-28. Yılların Susam Bin Tane Ağırlığına Etkileri.....	73
ŞEKİL 4-29. Uygulamaların Kapsülde Tane Sayısına Ait Sonuçlar	74
ŞEKİL 4-30. Yılların Susam Kapsülde Tane Sayısına (Adet) Etkileri	75
ŞEKİL 4-31. Uygulamaların Susam Verimi Etkileri İle İlgili Sonuçlar	76
ŞEKİL 4-32. ‘Yıl x Bakteri’ İnteraksiyonunun Susam Verimine Etkileri	77
ŞEKİL 4-33. Bakteri ve Fosfor Uygulamalarının Susam Verimine Etkileri	78
ŞEKİL 4-34. Yılların Susam Verimine Etkileri.....	78
ŞEKİL 4-35. Fosfor Dozlarının Susam Verimine Etkileri	79

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

ÇİZELGE 3.1. Deneme Alanına Ait Toprak Örneğinin Analiz Sonuçları	35
ÇİZELGE 3.2. Akören İlçesi'nin Yağış, Sıcaklık Ve Nispi Nem Verileri*	44
ÇİZELGE 4.1. Uygulamaların Toprağın Yarayışlı P İçeriğine Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	47
ÇİZELGE 4.2. Uygulamaların Toprağın Yarayışlı P (mg/kg) İçeriğine Etkileri.....	47
ÇİZELGE 4.3. Uygulamaların Susam Bitkisinin Fosfor İçeriğine Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	49
ÇİZELGE 4.4. Uygulamaların Susam Bitkisinin P (%) İçeriğine Etkileri	50
ÇİZELGE 4.5. Uygulamaların Susamda Toplam Bitki Boyuna Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	51
ÇİZELGE 4.6. Uygulamaların Susamda Toplam Bitki Boyu (cm) Sonuçları.....	52
ÇİZELGE 4.7. Uygulamaların Susam Kök Boyuna Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	54
ÇİZELGE 4.8. Uygulamaların Susam Kök Boyuna (cm) Ait Sonuçlar	54
ÇİZELGE 4.9. Bakteri Ve Fosfor Dozu Uygulamalarında Fosforun Susam Kök Boyuna (cm) Ait Sonuçlar	55
ÇİZELGE 4.10. Uygulamaların Bitki Boyuna Etkilerine Ait Varyans Analizi	58
ÇİZELGE 4.11. Uygulamaların Bitki Boyuna (cm) Etkileri	58
ÇİZELGE 4.12. Uygulamaların Bitkide Kapsül Sayısına Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları ..	61
ÇİZELGE 4.13. Uygulamaların Susamda Kapsül Sayısına (Adet) Ait Sonuçlar	61
ÇİZELGE 4.14. Uygulamaların Susamda Kapsül Sayısında Yıl x Bakteri İnteraksiyon Sonuçları	61
ÇİZELGE 4.15. Uygulamaların susam kapsül sayısında yıl x fosfor dozu interaksiyon sonuçları ..	64
ÇİZELGE 4.16. Uygulamaların Susamda Dal Sayısına Etkilerine Ait Varyans Analizi.....	65
ÇİZELGE 4.17. Uygulamaların Susamda Dal Sayısına (Adet) Ait Sonuçları.....	69
ÇİZELGE 4.18. Uygulamaların Susamda Biyomasa Etkilerine Ait Varyans Analizi	68
ÇİZELGE 4.19. Uygulamaların Susamda Biyomasa (g/Parsel) Ait Sonuçlar	68
ÇİZELGE 4.20. Uygulamaların Bin Tane Ağırlığına Etkilerine Ait Varyans Analizi	71
ÇİZELGE 4.21. Uygulamaların Bin Tane Ağırlığına (g) Ait Sonuçlar	71
ÇİZELGE 4.22. Uygulamaların Kapsülde Tane Sayısına Etkilerine Ait Varyans Analiz Sonuçları...	73
ÇİZELGE 4.23. Uygulamaların Kapsülde Tane Sayısına (Adet) Ait Sonuçlar	74
ÇİZELGE 4.24. Uygulamaların Susam Verimine Etkilerine Ait Varyans Analizi	75
ÇİZELGE 4.25. Uygulamaların Susam Verimine (kg/da) Etkilerine Ait Sonuçlar	77
ÇİZELGE 4.26. Fosfor Dozu Uygulamalarının Susam Verimine (kg/da) Etkileri.....	78

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltma	Açıklama
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
da	: Dekar
g	: Gram
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
L	: Litre
m	: Metre
P	: Fosfor
S	: Standart sapma
EC	: Elektriksel İletkenlik
ha	: Hektar
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
N	: Azot
P ₂ O ₅	: Difosfor pentaoksit
K ₂ O	: Potasyum oksit
pH	: Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir
BAP	: Bilimsel Araştırma Projeleri
FAO	: Food and Agriculture Organization of United Nations
LSD	: Asgari Önemli Fark
ÖD	: Önemli Değil
SSP	: Simple Super Phosphate
DAP	: Di-amonyum fosfat
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
NH ₄ ⁺	: Amonyum
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
Kontrol	: Bakterisiz ve 0 kg P ₂ O ₅ /da

P2	: Bakterisiz ve 2 kg P ₂ O ₅ /da
P4	: Bakterisiz ve 4 kg P ₂ O ₅ /da
ATP	: Adenosine triphosphate
B	: Bakterili ve 0 kg P ₂ O ₅ /da
BP2	: Bakterili ve 2 kg P ₂ O ₅ /da
BP4	: Bakterili ve 4 kg P ₂ O ₅ /da
SD	: Serbestlik derecesi
F	: F değeri
Buyg	: Bakteri Uygulaması
Yıl x Buyg	: Yıl ve Bakteri Uygulaması
Puyg	: Fosfor Uygulaması
Yıl x Puyg	: Yıl ve Fosfor Uygulaması
Buyg x Puyg	: Bakteri ve Fosfor Uygulaması
Yıl x Buyg x Puyg	: Yıl x Bakteri ve Fosfor Uygulaması
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
*	: 0,05 düzeyinde önemli
**	: 0,01 düzeyinde önemli

1. GİRİŞ

Çok eski bir kültür bitkisi olan susamın gen merkezi net olarak bilinmemektedir. Ancak ekonomik öneminin daha fazla olması ve susam türlerinin üçte ikisi bulunduğundan dolayı, orijininin Afrika olduğu düşünülmektedir (Nayar, 1984). Batı Asya üzerinden Hindistan, Çin ve Japonya'ya yayıldığı belirtilen susamın ikincil gen merkezi Türkiyedir (Yılmaz ve ark., 2005; Arıoğlu, 2007). Susam, diploit yapıda, kromozom sayısı 26 ($2n=2x= 26$) olan, *Pedaliaceae* familyasına ait tek yıllık bir yağ bitkisidir (Langham ve Wiemers, 2002).

Kültürü yapılan susam bitkisi, kazık köklü, yaprakları koyu yeşil renkte, dar, uzun parçasız veya geniş parçalı yapıdadır. Yaprak kenarları dilimli, yırtmaçlı veya yırtmaçsız yapıdadır. Yaprak koltuklarından çıkan çiçek sayısına göre tek veya üç kapsüllü olan bitkideki kapsüller, iki karpelli (bicarpellatum) veya dört karpelli (*quadrocarpellatum*)'dir. Kapsüllerinde genel olarak ara zarların uçları açık olduğu için çatlayan tip susamlar olarak tanımlanmaktadır. Dalsız yada dallı (2-10 dal) olan susam bitkisinin yaprak ve kapsülleri az veya çok tüylü olmaktadır. Tohumları beyaz, krem, açık sarı, sarı, koyu sarı, kahverengi, koyu kahverengi veya siyah renkte olup, bin tane ağırlığı genel olarak 2.5-4.0 g civarındadır (İncekara, 1972). Çiçek morfolojisi, 5 çanak ve 5 taç yaprağı olup; bir tanesi dumura uğramış, 2'si uzun 2'si kısa 4 adet erkek organ bulunmaktadır. Susam kendi kendine döllen bir bitkidir (döllenme kendi polenini kullanarak tohum elde etme yeteneği), %4-5 allogam olabilmektedir (İlisulu, 1973).

İnsan beslenmesinde bitkisel yağların önemi büyüktür. Artan nüfusla birlikte bitkisel yağ açığı, dünyada ve Türkiye'de bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Yazlık bir yağ bitkisi olan susam bitkisinin tohumları %50-60 yağ ve %25 protein içermektedir. Yağı, yüksek oranda doymamış yağ asitleri içermektedir. Bileşimindeki antioksidan *sesamol* nedeniyle susam yağı stabildir ve bu nedenle de raf ömrü uzundur. Rengi nedeniyle margarin yapımında da kullanılmaktadır. Dünya bitkisel yağ üretiminde önemli bir yer tutan susamın (Ashri, 1989) ekonomik olmaması, Türkiye'de yemeklik yağ olarak kullanımını sınırlandırmıştır. Susam üretiminin yoğun olarak yapıldığı Asya ülkelerinde (Hindistan, Çin, Afganistan, Pakistan, Bangladeş, Endonezya ve Srilanka) üretilen susam geniş oranda bitkisel yağ olarak ve pastacılıkta tüketilmektedir (Desai ve Goyal, 1981).

Susam (*Sesamum indicum* L.), günümüzde hem tohumu hem de yağı direkt olarak tüketilebilen önemli bir yağlı tohum bitkisidir (Tulukcu 2013). Susam Türkiye'de

daha ziyade tahin ve helva olarak tüketilmekte, ayrıca kek, şekerleme, tatlı yapımında, ekmek ve simitlerde kullanılmaktadır. Susam yağı; salata, mayonez, parfümeri, kozmetik, soslar ve zeytinyağlı yemeklere lezzet katmak amacıyla ve sabun yapımında da kullanılmaktadır. Kalsiyum, potasyum, fosfor, vitaminler (B, E) ve mineraller bakımından zengindir. Cildin ve saçların E vitamini ihtiyacını karşılar. Susam yağının cildi, saç ve kirpikleri parlatici ve canlandırıcı özelliği vardır. Cilt tarafından kolay absorbe edilir ve cilde esneklik ve yumuşaklık kazandırır. En iyi masaj yağlarından biridir. Mantar enfeksiyonlarını engelleyebildiği gibi doğrudan saç diplerine ve tırnaklara da sürülebilmektedir. Müshil amaçlı olarak ve şeker hastalığında kullanımı söz konusudur. Sapları yakıt olarak kullanılmaktadır (İncekara, 1972; İlisulu, 1973; Röbbelen ve ark., 1989; Tan, 2012). Tohumlarından yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesinde %43 oranında ham protein bulunması nedeniyle hayvan beslenmesinde de önemli bir yeri bulunmaktadır (İlisulu, 1973).

Susamın, fide devresinden sonra kuraklığa dayanmakla birlikte, gelişiminin olumsuz şekilde etkilendiği bildirilmektedir (Beech, 1985). Ayrıca yağışın az, sulama imkanlarının bulunmadığı kurak koşulların, susam veriminde önemli azalmalara yol açtığı ve bu durumun susam üretimindeki en önemli problemlerden biri olduğu bildirilmektedir (Dizdaroğlu ve Tan, 1994).

Uygun çevre koşulları altında üretilmesi sonucunda susam verimi, birim alanda 100-150 kg/da düzeyine ulaşabilmektedir (Tan ve ark., 2013). Dünyada susam ekim alanı, 2016 yılı verilerine göre 10,6 milyon ha, üretimi 6.1 milyon ton olup verimi ise 578 kg ha⁻¹ civarındadır. Dünya susam üretiminin %50'si Asya, %43.7'si Afrika ve %3.8'i de Amerika kıtasındaki ülkelerde gerçekleşmektedir. Dünya susam üretiminde en büyük payı Hindistan, Sudan, Myanmar, Çin ve Nijerya almaktadır (Anonim, 2018).

Türkiye, susamın ikinci gen merkezi olması nedeniyle genetik çeşitlilik açısından büyük öneme sahiptir. Türkiye'nin başta Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri olmak üzere hemen hemen tüm bölgelerinde susam yetiştirilebilmektedir (İlisulu, 1973).

Türkiye'de, yeterli ekim yapılmadığından susam üretimi istenilen düzeye ulaşamamaktadır. Türkiye'de susam ekim alanı 1996 yılında 73436 hektardan 2017 yılında 28000 hektara, üretim de 43000 tondan 18400 tona düşmüştür. Ortalama verim ise hektara 460 kg'dan 660 kg'a yükselmiştir (Anonim, 2018).

Birinci ve ikinci ürün olarak; üretimde yer alan çeşitlerin genel olarak popülasyon niteliğinde yerel çeşitler olması, buna karşılık yüksek verimli, tescilli

çeşitlerin ekim deseninde yeterince yer alamaması, susam üretiminde verimi ve üreticinin gelir artışını sınırlayan faktörlerin başında gelmektedir. Ayrıca, yetersiz toprak hazırlığı, ekim tekniklerindeki eksiklik, gübrelemenin gerekli şekilde yapılamayışı, özellikle serpme ekimden kaynaklanan yabancı ot sorunu, aşırı sulama, makineli hasadın uygulanmaması, yüksek işçilik maliyeti, pazarlama, hastalık ve zararlılar, toprak kaynaklı patojenlerin (*Fusarium spp.*, *Macrophomina spp.* vb.) neden olduğu solgunluk ve kuruma hastalıkları ile susamda fitoplazma, ürün azalmasına neden olmaktadır (Dizdaroglu ve Tan, 1995a, b).

Genelde, tarım yapılan topraklarda, yarayışlı fosfor miktarı düşük olup, bitkilerin ihtiyaç duyduğu fosfor, gübrelemeyle sağlanmaktadır. Alkalin toprak pH'sı, yüksek kireç içeriği ve düşük organik madde yarayışlı fosforun düşük olmasının nedenleri arasında gelmektedir. Genelde, bitkiler, toprağa ilave edilen fosforun ancak %5 - 25'lik kısmından yararlanabilmektedir (Tulukcu ve Dan Baba, 2019).

Fosfor (P) eksikliği, dünya çapında birçok ülkenin tarım topraklarında üretimi sınırlandırmaktadır. Topraktaki toplam fosforun sadece %1 ile 5'i çözünür ve bitkinin alabileceği bir forma geçmektedir (Molla ve Chowdhury, 1984). Sahra altı Afrika'da ve benzer tropikal topraklarda, fosfor eksikliğinin üretimdeki başlıca biyofiziksel kısıtlamalardan biri olduğu düşünülmektedir (Sale ve Mokwunye, 1993; Chien ve Menon, 1995; Sanchez ve ark., 1997). Bu eksiklik toprakta düşük fosfor miktarının bir sonucudur (Ssali ve ark., 1986; Sanchez ve ark., 1997). Ayrıca, toprakların fosfor oranı düşükse, bitkilerin kökleri fosfat difüzyonu gereksinimlerini karşılamak için zayıf kalmaktadır (Gerke, 1992; Sale ve Mokwunye, 1993). Yüksek fosfor içeren bazı ılıman bölge topraklarına, bitkinin toprak çözeltisindeki fosforu kullandıktan sonra, toprağa ilave fosfor verilmesi gerekebilir (Entz ve ark., 2001; Oehl ve ark., 2002). Kimyasal fosforlu gübrelerin kullanımı, maliyet nedeniyle dünyanın bazı bölgelerinde kısıtlıdır. Aynı zamanda organik tarım ilkeleri fosforlu kimyasal gübrelerin kullanılmasını sınırlandırmıştır (Sagoe ve ark., 1998). Dolayısıyla son zamanlarda, yerel ve mevcut fosfat kaya kaynakları potansiyel fosfor gübresi olarak kabul edilmektedir (Haynes, 1992; Goenadi ve ark., 2000).

Bitki ve toprak mikroorganizmaları arasındaki dengenin yeniden kurulmasında alternatif metotlardan birisi de mikrobiyal gübrelemedir. Mikrobiyal gübreleme doğal mikroorganizmaların çoğaltılarak uygun bir formülasyonda bitkilere toprağa verilmesidir (Yonsel ve Batum, 2007). Bazı toprak mikroorganizmaları eş zamanlı olarak hem bitki köklerinde hem de rizosferde kolonize olarak bitkilere çeşitli faydalar

sağlamaktadırlar (Harley ve Smith, 1983). Köklerde kolonize olmuş mikroorganizmalar, özellikle bazı bakteriler, bitki kök yüzey alanını artırarak su ve besin elementlerinin daha kolay bir şekilde alınmasına yardımcı olmaktadır (Sylvia, 1999). Bitkinin besin içeriğinde meydana gelen bu artışın sonucu olarak bitki daha iyi gelişmekte, kuraklık, tuzluluk, ağır metal ve toprak patojenleri gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı toleransı artmaktadır (Sylvia ve Williams, 1992). Yararlı mikroorganizmalar genellikle *Bacillus spp.*, *Azotobacter spp.*, *Trichoderma spp.*, *Rhizobium spp.*, *Azospirillum spp.* ve *Saccharomyces spp.* olarak bilinmektedir. Kökte kolonize olan bazı mikroorganizmaların bitki hastalıklarına karşı dayanıklılığı uyardığı, aynı zamanda sürgün ve kök gelişimini teşvik ettiği, verimi artırdığı, abiyotik stres koşullarına dayanıklılığı sağladığı, besin alınımı ve kullanımını teşvik ettiği ve fotosentezi artırdığı bilinmektedir (Inbar ve ark., 1994; Yedidia ve ark., 2001; Harman ve ark., 2004; Harman, 2006). Kök bölgesine yerleşen faydalı bakterilere bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (kök bakterileri) denmektedir (Saharan ve Nehra, 2011). Bunların arasında; *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Bacillus* ve *Serratia* yer almaktadır. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler inoküle edildikleri bitkilerin gelişmesinin erken dönemlerinde kök ve sürgün büyümesini destekleyerek biyokütleyi artırıcı etki yapmaktadır.

Toprağın fosfor döngüsü, jeokimyasal ve biyolojik süreçlerin dönüşümünü içeren dinamik bir süreçtir. Bitki tarafından alınan fosfor toprak çözeltisinde ortofosfat anyonu şeklinde, yoğunlukla $H_2PO_4^-$ ve HPO_4^{2-} olarak bulunmaktadır. Fosforun katı inorganik ve organik formları, toprakta değişken ve az çözünen formlarda bulunmaktadır. Toprak çözeltisinde bitki tarafından alınabilen fosfor toprağın katı fazıyla ilişkilidir. Toprakta alüminyum, ferrik hidröz oksitler, kil, kalsiyum karbonatlar ve organik maddeye adsorbe edilen değişebilir fosfor ile dengede bulunmaktadır (Pierzynski ve ark., 1994; Whitelaw, 2000). Toprak katı fazından fosforun bozulma yoluyla bitki tarafından alınabilen fosfora dönüşerek bitki tarafından alınmaktadır (Cole ve ark., 1977; Whitelaw, 2000).

Organik fosfor genel olarak toprağın toplam fosforunun %30 ile %80'ini oluşturmaktadır (Oberson ve ark., 1996) ve mikroorganizmalar tarafından mineralizasyon yoluyla bitkilere fosfor sağlayabilen değişken fosfor kısmını temsil etmektedir (Stewart ve Tiessen, 1987). Mikrobiyal biyokütle, toprağın toplam organik fosfor miktarının, bitkiye bağlı olarak %3 ile %24 arasında küçük bir kısmını oluşturmaktadır (Brookes ve ark., 1984).

Tarladan ürün alınmasıyla toprakta fosfor kaybı olmakta ve topraktaki çözünür ve değişken fosfor önemli ölçüde azalmaktadır. Yeniden ek fosfor verilmez ise toplam toprak fosforu azalabilmektedir. Kaya fosfatı ilave edilmesi, toprağın toplam fosforunu artırmaktadır. Değişken fosfor, bitki tarafında alınan fosfor potansiyelini değiştirmektedir. Fosfor ilave edildiği zaman, toplam fosfor miktarı, değişebilir fosfor ve toprak çözeltisindeki alınabilir fosfor miktarları artmaktadır. Bitki ve mikrobiyal mekanizmalar fosforu, fosfat kayasından etkili bir şekilde çıkarmakta ve toprak çözeltisine veya toprağın değişken kısmında serbest kalmasını sağlamaktadır. Ham fosfat kayası asidik topraklarda kimyasal fosfor gübrelemesi yerine uygun bir alternatif sağlayabilir. Kayanın fosfat kökeni, magmatik, tortul, metamorfik ve biyogenik kaynaklıdır ancak tortul en yaygın olanıdır (Van Straaten, 2002). Kayadaki fosfat primer fosfor taşıyan mineral olan apatit formları arasında florapatit, hidroksiapatit, karbonathidroksiapatit ve frankolit olarak bulunur (Van Straaten, 2002). Genel olarak, yüksek karbonatla değiştirilmiş apatit formları (francolite) saf fluorapatit formlarından daha kolay çözünür hale gelmekte ve bitki kullanımı için daha fazla fosfor salmaktadır (Anderson ve ark., 1985). Ayrıca fosfat kaya çözünürlüğündeki ana etkiler; toprak özellikleri, bitki türleri ve uygulama yöntemleridir (Chien ve Menon, 1995).

Fosfor çözen mikroorganizmalar ile yapılan mikrobiyal gübreleme, fosforlu gübre ilavesi ile karşılaştırıldığında daha ucuz ve çevresel olarak çok daha az risk barındıran bir yöntem olarak değerlendirmektedir.

Özellikle fosforun dünyada kısıtlı miktarda bulunması ve birçok ülkenin fosfor ihtiyacını dışardan temin ederek karşılaması, bu maddenin önemini artırmaktadır. Tarımsal üretimi artırmanın yollarından birisi olan gübrelemede fosfor uygulamasının önemi birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Dışardan verilecek olan fosfor miktarını azaltmanın yöntemlerinden biri de toprakta mevcut bulunan fosforun yarayışlı hale getirilmesidir. Bitki ihtiyaç duyduğu fosforu topraktan yarayışlı hale gelmesi ile daha kolay alacaktır. Son yıllarda biyogübreleme adı altında bakteri uygulaması ile fosforun toprakta yarayışlı forma dönüştürme çabaları sonuç vermektedir. Yağışın kısıtlı olduğu semi arid bölgelerde toprakta bulunan besin elementlerinin alımında bitkilerin farklı mekanizmalar geliştirdiği bilinmekte ve bu bölgeler için bitki ıslahında önemli bir kriter olarak öne çıkmaktadır.

Önemli bir yağ ve aromatik bitki olan susam üzerine Dünyada yeterli çalışma yapılmamaktadır. Susam hem Türkiye hemde Nijer gibi birçok Afrika ülkesinde önemli bir gıda ürünü olarak görülmektedir. Gelişen tarımsal üretim teknikleri, Dünyada girdi

maliyetlerin azaltılması çabaları ve k t kaynaklar dikkate alınarak susam üzerine araştırma ihtiya ı olduğu görülmektedir. Yukarda belirtilen literatür bilgileri ve ihtiyaçlar doğultusunda “Farklı fosfor miktarı ve bakteri uygulamalarının susamın (*Sesamum indicum* L.) verim ve verim bileşenlerine etkisi” çalışması planlanmıştır. Ekonomik  nemi gün geçtikçe artan susam da, doğada kısıtlı olarak bulunan fosfor ve doğaya dost çalışmalar olarak gündeme gelen mikrobiyal gübreleme uygulamalarının yapılabilirliğinin belirlenmesi bu çalışmanın fikrini oluşturmaktadır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Susam (*Sesamum indicum* L.)

Ragab ve Hoballah (1995), 10 farklı susam genotipinde iki yıl ve farklı üç lokasyon üzerinde yaptıkları çalışmada, verim ve yağ miktarı gibi kantitatif özellikler için farklı susam genotiplerinin performansının, bir çevreden diğerine değişiklik gösterdiğini, dolayısıyla tohum verimi ve yağ miktarına lokasyonların önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Tan ve Tan (1996), Türkiye’de yapmış oldukları çalışmada Ulusal Bitki Gen Bankasında mevcut Türkiye susam koleksiyonu üzerinde çalışılan örneklerin 1000 tane ağırlığı değerlerinin 2.28-4.17g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Karaaslan ve ark. (1999), susam ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, bitki boyu 102.0-121.1 cm, dal sayısı 4.2-5.3 adet, bitki başına kapsül sayısı 78.1-114.3 adet, 1000 tane ağırlığı 3.0-3.9 g, kapsül boyu 26.4-29.4 mm, kapsül eni 5.0-6.3 mm, %50 çiçeklenme tarihi 41.6-52.5 gün, hasat tarihi 131.6-142.1 gün ve tohum verimi 557.03-1185.0 kg/ha arasında değişiklik göstermiştir.

Sharar ve ark. (2000), yapmış oldukları çalışmalarda susam çeşit ve hatların farklı ekolojik çevre koşullarında susam bitki başına kapsül sayısı bakımından değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Alperen (2003), Konya bölgesinde yerel susam çeşitleri ile ilgili yaptığı bir çalışmada, genel olarak bitki boylarının yaklaşık 54 cm ile 92 cm, kök boylarının 11 cm ile 17 cm; ana dalın 2-4, yan dalların 2-5 adet; yaş ağırlığın 459.26 g ile 1175.8 g; kuru ağırlığın 89.8 g ile 222.9 g, bin tane ağırlığının 2.46 g ile 3.35 g arasında, verimin 38.20 kg/da ile 120.2 kg/da arasında ve en yüksek verime sahip çeşitin Mersin-Mut olarak tespit etmiştir. Konya Akören çeşidinin bitki boyu 53.68 cm, kök boyu 12.77 cm, ana dal 1.99 adet, yan dal 2.49 adet, yaş ağırlık 588.34 g, kuru ağırlık 119.83 g, % nem kaybı 79.63, verim 42.63 kg/da, hasat indeksi 35.58 olarak bulubmuştur.

Sağır (2007), farklı susam hatları kullanarak yaptığı bir çalışmada, en kısa ortalama bitki boyunun 46.31 cm ile geç ekim ve susuz yetiştirilen hasta bitkilerden, en uzun ortalama bitki boyunun ise 114.18 cm ile sulu koşullarda erken ekilen sağlıklı bitkilerden elde etmiştir.

Yadav ve ark. (2007), susam ile ilgili yapmış oldukları bir çalışmada, artan sıra arası mesafesinin bitkide kapsül sayısında artışlara sebep olduğunu bildirmiştir.

Ajalli ve ark. (2008), yapmış oldukları çalışmalarda, susam çeşidi ve hatların farklı ekolojik çevre koşullarında susam bitki başına kapsül sayısı bakımından değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Cıkman (2008), susam ile ilgili yaptığı bir çalışmada, susam bitki boyu genel olarak 40 cm ile 130 cm arasında değiştiğini bildirmiştir.

El-Nakhlawy ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmalarda çeşit ve hatların farklı ekolojik çevre koşullarında susam bitki başına kapsül sayısı bakımından değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Roy ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmalarda çeşit ve hatların farklı ekolojik çevre koşullarında susam bitki başına kapsül sayısı bakımından değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir.

Öz ve Karasu (2010), Bursa koşullarında bazı susam genotiplerinin performanslarını belirlemek amacı ile 2004–2005 yıllarında yapmış oldukları çalışmalarda bitki dal sayısı 4.2-5.3 adet olarak bulmuşlardır.

Sağır ve ark. (2010), susamda 6 çeşit ve 2 ekim zamanının (Mayıs başı ve Haziran sonu) etkilerini inceledikleri çalışmada, ilk ekimden ikinci ekime göre bitki başına kapsül sayısının 108.0 adetten 41.9 adede azaldığını bildirmişlerdir.

Tan (2011), Türkiye’de Ege bölgesinde susam çalışmalarında ana ve ikinci ürün koşullarına göre çeşitlerin 1000 tane ağırlığı değerlerinin 2.7-4.3 g arasında değiştiğini bulmuştur.

Bakal ve Arıoğlu (2013), Türkiyede, Çukurova bölgesi’nde, 2012 yılında yapmış oldukları susam çalışmasında, bitki kapsül başına tohum sayıları çeşitler arasında 53.0-67.8 adet/kapsül arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ayrıca susam bin tohum ağırlığına etki eden genetik faktörlerin dışında, çevre faktörlerinden de etkilendiğini bildirmişlerdir.

Sivagamy ve Rammohan (2013), erken ekimin susam bitkisinde dal sayısını arttırdığı bildirmiştir.

Anonymous (2014), Türkiye’de yeterli ekim yapılmadığından susam üretimi istenilen düzeye ulaşmadığını bildirmiştir. Susamın 2013 yılı verilerine göre 24.807 ha alanda yapılan ekiminden 15.457 kg üretim gerçekleşmiş olup, 62 kg/da verim değeri elde edilmiştir.

Misganaw ve ark. (2015), susam bitki boyunu 83.3-112.4 cm, bitki başına dal sayısını 3.0-4.8 adet, bitki başına kapsül sayısını 36.3-59.2 adet, kapsül başına tohum sayısını 50.8-58.8 adet ve 1000 tane ağırlığını 2.4-3.5 g arasında belirlemişlerdir.

Tan ve ark. (2015), bazı susam çeşitlerinin Menemen koşullarında performanslarının belirlenmesine yönelik olarak yürüttükleri araştırmada; sarı susam grubu denemelerinde en yüksek verim değerlerini TUR-S- 90'dan (247 ve 272 kg/da); beyaz susam grubu denemelerinde ise (279 kg/da) TUR-S- 211 çeşidinden elde etmişlerdir. Çalışmada Sarı susam grubunda en düşük verim değeri sarı ve beyaz susam grubu denemelerinde sırasıyla 130.4 kg/da ile Özberk ve 149 kg/da ile Osmanlı- 99 çeşitlerinden elde edilmiştir. Çalışmada fizyolojik olum gün sayısı değerleri çeşide göre 90 ve 105 gün arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, ıslah edilmiş tescilli çeşitlerimizin üretimde daha yaygın olarak yer alması ile Türkiye'de susam üretiminde ortalama 73.8 kg/da olan verim değerinin %100 artırılabilceğini ortaya koymaktadır. Yüksek performansa sahip çeşitlerin üretimde yer alması sonucu susam ithalatının da azalacağını açık olarak göstermektedir.

Eryiğit ve ark. (2016), susam bitki boyunu 121.0-147.1 cm, bitki başına kapsül sayısını 56.0-125.5 adet, dal sayısını 3.6-7.1 adet, 1000 tane ağırlığını 2.8-3.6 g, kapsülde tane sayısını 63.5-72.3 adet ve tohum verimini 834.9-1005.8 kg/ha arasında belirlemişlerdir.

Abrak ve Yılmaz (2017), susam ile ilgili yapmış oldukları bir çalışmada, ekim zamanının bitkide kapsül sayısını etkilediğini bildirmiştir.

Ayvalı (2017), susam ile ilgili yaptığı bir çalışmada, susam çıkış süresinin 11.3-15.0 gün, çiçeklenmeye kadar geçen sürenin 45.0-52.0 gün, çiçeklenme süresinin 61.0-69.0 gün, fizyolojik olum süresinin 121.7-126.7 gün, bitki boyunun 52.2-114.8 cm, dal sayısının 3.7-16.3 adet/bitki, bitkide kapsül sayısının 32.1-118.8 adet/bitki, kapsül uzunluğunun 2.5-3.5 cm, kapsül eninin 6.78-8.47 mm, kapsülde karpel sayısının 2 adet/kapsül, kapsülde tohum sayısının 35.7-66.8 adet/kapsül, bin tohum ağırlığının 2.6-3.4 g, protein oranının %21.16-25.00, yağ oranının %35.5-55.8 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Hatipoğlu ve ark. (2017), bazı susam hatları ile Arslanbey ve Özberk-82 çeşitlerinin Harran Ovası koşullarındaki performanslarını belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde hatların ve çeşitlerin bitki başına kapsül sayısının 62.9 – 107.8 adet/bitki arasında değiştiğini bulmuşlardır. Susam bitki başına dal sayılarının genotiplere göre 2.11 – 3.95 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Susam hat ve

susam çeşit verimleri, kullanılan materyalin genetik yapısı ve yetiştirildiği ekolojik koşullara bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir. Çeşit ve hatların farklı ekolojik çevre koşullarında susam bitki kapsül sayısı bakımından değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir.

2.2. Fosfor

Weiss (1971), Venezuela’da, tarla koşullarında yaptığı bir araştırmada bitki gelişiminin besin elementleriyle büyük oranda ilgili olduğunu bildirmiştir. Düşük verimli susamın fosfor içeriğinde düşük olduğu görülmüştür. Bitkiler ekimden sonra 30., 45., 60., ve 90. günde analiz edilmiştir. Toplam yaprak ağırlığının 60 gün sonra azalmış olmasına rağmen, bitkideki toplam kuru madde miktarının içindeki fosfor ve potasyumun hasat zamanına kadar arttığı görülmüştür.

Engelstad ve ark. (1974), yaptıkları bir araştırmada, pH değeri düşük olan topraklarda ham fosfat kayası fosforunun daha fazla çözünür halde olduğunu bulmuşlardır.

Canözer ve ark. (1984), topraklardaki fosfor içeriklerinin, genellikle % 0.15 ile 0.40 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Pointillart (1994), fosforun (P) doğada bulunan en önemli makro besin maddelerinden biri olduğunu ve bitki büyümesi ve fotosentez, enerji transferi ve karbonhidrat bozulması gibi metabolik süreçlere önemli derecede katkı sağladığını bildirmiştir. Bitkilerde fosfor az bir oranda inorganik olarak bulunur ve çoğu fosforik asit radikaller şeklinde yaklaşık% 28 içeren fitik aside bağlanır. Pointillart (1994), bu radikallerin azalan afinite sırasına göre listelenen Fe^{3+} , Ca^{2+} , Cu^{+} , Zn^{2+} gibi çeşitli katyonlara afiniteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Rowell (1994), fosforun, topraktaki fosfat birikintilerinden ve denizlerdeki çökeltilerden canlı organizmalara geçtiğini, daha sonra tekrardan toprağa ve okyanusa doğru yavaşça hareket ettiğini bildirmiştir. Toprak, fosfor yönünden zengin mineraller içerir, toprakta uzun süre kaldığında ise varyasyonlar sayesinde farklı minerallerin çözülmesine sebep olur ve fosfor yavaş yavaş bitkiler tarafından kullanılabilir hale gelir. Çökeltme olgusu ortaya çıktığında, fosfor mevcut olmayan bir besin maddesi haline gelir; ve reaksiyon, Pi ile kalsiyum, demir ve alüminyum gibi metalik elementler arasında meydana gelir ve fosfat tuzları oluşturur.

Illmer ve Schinner (1995), topraktaki fosfor içeriğinin yaklaşık olarak% 0,05 olduğunu ve toplam fosforun ortalama olarak yalnızca %0,1'inin bitki örtüsü tarafından kullanılabildiğini rapor etmiştir.

Bolan ve ark. (1997), yaptıkları bir çalışmada, bazı bitki türlerinin, rizosferde bulunan ham fosfat kayalarını çözerek fosforun verimli kullanılmasını sağlayan mekanizmalara sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Alpaslan ve ark. (1998), toprakta yarayışlı fosfor içeriği değerlendirildiğinde 8-25 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Omar (1998), yaptığı bir araştırmada, organik asitlerin ham fosfat kayasını, asitlendirme, şelasyon ve değişim reaksiyonları gibi mekanizmalar yoluyla çözdüğünü vurgulamıştır.

Eyyüpoğlu (1999), Türkiye topraklarının %58'inde bitkiler için yarayışlı fosforun (Olsen P) düşük düzeyde (< 6 kg P₂O₅ da⁻¹) olduğunu bildirmiştir.

Rodriguez ve Fraga (1999), topraktaki P'nin organik formunun toplam fosforun % 30-50'sini oluşturabildiğini ifade etmiştir. Yaklaşık %50'si inositol fosfat veya fitat formundadır, mikroorganizmalar ve bitkiler tarafından sentezlenir ve topraktaki en stabil formu temsil eder. Kalan organik fosforun, fosfomonoesterler, fosfolipitler ve nükleik asitler dahil olmak üzere fosfodiesterler ve fosfotriesterler ile temsil edildiğini bildirmişlerdir.

Çimrin ve ark. (2000), azot ve fosforun biberin (*capsicum annuum* l.) meyve ve yaprak besin elementi içeriğine etkisi amaçlı yapılan bir araştırmada artan fosfor dozları ile yaprak fosfor içeriğinin %0.26 ile %0.31 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Torrent ve Delgado (2001), toprakta yarayışlı fosfor içeriği değerlendirildiğinde 10-15 ppm değerleri arasında bulunduğu fosforun bitki için yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Benjamin ve ark. (2002), yapılan bir çalışmada mineralizasyon yoluyla elde edilebilen inorganik fosfor miktarının tahmin edilmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Organik fosfordaki net değişiklikler, toplam rezervuarların boyutuna göre genellikle az olduğunu, toprakların iklimsel çeşitliliğin mikrobiyal aktiviteyi etkilediğini ve organik P'nin net mineralizasyonunda önemli bir artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Smith (2002), bitki kuru maddesinin %0.3-0.5'ini oluşturan fosforun; bitkilerin yapısında anahtar enzimlerin, nükleik asitlerin, fosfolipidlerin yapısında yer aldığını ve ATP ile ilgili reaksiyonlarda bitki gelişimi için gerekli olduğunu bildirmiştir.

Thomason (2002), demir, manganez ve alüminyum fosfatlar suda çözünür olmadığından, bu bileşiklerin bitkiler tarafından kullanılamayacağını dolayısıyla bunun da, bu da toprakta bol miktarda fosfor olmasına rağmen salınamadığı anlamına geldiğini rapor etmiştir.

Welch ve ark. (2002), yaptıkları bir araştırmada, organik asitlerin, pH'ya bağlı bir dengede, kendi anyonlarına ve protonlarına ayrıldıklarında çözelti pH'sının düşürülmesine katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir. H^+ iyonları ham fosfat kayasının çözünürlüğünü kolaylaştırmakta, ardından çözelti içinde daha fazla fosfor salınmaktadır. Organik asitlerin çözelti pH'sını tamponladığını ve çözülme reaksiyonu tarafından protonlar tüketildikçe ayrışmaya devam ettiğini bildirmişlerdir.

Hinsinger ve ark. (2003), yaptıkları bir araştırmada, her ne kadar organik asitler toprakta mevcut olsalar da, bitki kaynaklı fosfat kayanın çözünmesi baskın olarak organik asit anyon salgılanmasının bir sonucu olduğunu; bu nedenle, bitki kaynaklı asitlenme tartışması, anyonlar olarak tamamen ayrılmış formlarındaki organik asitlere odaklanacağını ileri sürmüşlerdir. H^+ 'nin bitki kökleri tarafından rizosfer bölgesine atılması, anyonlara göre daha yüksek katyon alımından kaynaklandığını bildirmektedir. Alkalın alım modeli sergileyen bitkiler, yani anyonlara katyonların daha yüksek alımı, sitozolda (hücre içi) yaklaşık olarak 7.3 olan dar bir pH aralığını korumak için köklerinden H^+ ekleyerek, pH değişikliklerine neden olduğunu göstermişlerdir.

Havlin ve ark. (2005), Asitli topraklarda P_i , serbest oksitlere ve alüminyum ve demir hidroksitlere bağlanır; alkali topraklarda P_i , kalsiyum ile sabitlenir. Bu inorganik komplekslerin oluşumu nedeniyle, çözünebilir fosfor, tarımsal topraklarda sınırlı konsantrasyonlarda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Sylvia ve ark. (2005), ortofosfatların optimum elde edilebilirliği pH 6.5'te gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Terry ve ark. (2005), topraktaki fosfor döngüsü hem mikrobiyal biyokütleyi hem de farklı fosfor kaynakları dahil organik ve inorganik maddeyi içerir, bu nedenle bu döngü karmaşık ve dinamik olarak sınıflandırılır. Bulunan fosfor kaynakları, mevcut inorganik fosfor (P_i), organik fosfor, absorbe edilmiş fosfor ve ana mineral fosfor olarak ayrı olduğunu bildirmişlerdir.

FIFA (2006), asitli topraklarda fosfor demir, manganez ve alüminyum ile çözünmeyen bileşikler oluşturur ve alkali topraklarda kalsiyum ve magnezyum içeren bileşikler oluşturduğunu bildirmiştir.

Bucher (2007), Çözünür fosforun fiksasyonu ve çökmesi sorunu büyük ölçüde pH'a ve toprağın türüne bağlı olduğunu bildirmiştir.

Sanchez (2011), toprakta fosfor bol miktarda bulunur, hidroliz ve serbest fosfat salınımı süreçleri nedeniyle canlıların beslenmesine ve gelişmesine katkıda bulunur. Fosfatazlar, doğal organik süreçlere göre salındıkları için katalize edilmiş enzimlerdir. Bu enzimlerden en çok mononükleotidler, şeker fosfatlar ve polifosfatlar dahil olmak üzere monoester bağları ile düşük moleküler ağırlıklı fosfat bileşikleri üzerinde etkili olan bir enzimatik grup olan fosfomono-stereazlardır. Bu enzimler fitik asidin (miyo inositolheksakifosfat) bölünmesini başlatamaz, ancak katalizör işlemi düşük dereceli inositol fosfatın hidrolizi yoluyla gerçekleştirilebildiğini bildirmiştir.

Corrales ve ark. (2014), organik maddelerin bir bileşeni olarak fosfor, mineralleşmeye dirençli ve dengesiz fraksiyonlara yol açar; bunun en çoğu organik bileşeni, farklı fosfat bileşiklerini parçalayan ve serbest bırakan mikrobiyal biyokütledir. Organik fosfor bitki ve hayvan kalıntılarından üretilir. Bu tür fosfor killi topraklarda daha fazla miktarda emilir. İnorganik fosfor, çok yavaş bir şekilde fosfor açığa çıkaran farklı minerallerden oluşur. İnorganik fosfat formları, organik fosfora kıyasla daha az çözünür. Fosfor bitkiler tarafından köklerinden ve kök sistemi hücrelerinin dış katmanlarından emilir. Esas olarak primer ortofosfat iyonu ($H_2PO_4^-$) veya ayrıca sekonderortofosfat iyonları (HPO_4^{2-}) absorbe edilir. Kök sistemine bağlandıktan sonra fosfor, kimyasal reaksiyonlarla bitkinin her yerine dağılma eğilimindedir. Daha sonra diğer reaksiyon türleri için mevcut olduğu organik bileşiklere dahil edilir. Ancak toprakta% 90'dan fazlası çözünmez, yani mevcut olmayan bir forma geçer. Bu elementin biyoyararlanımı, enerjik reaksiyonlarda, fotosentetik süreçlerde, gen transferinde ve besin taşınmasında önemlidir. Fosfor, fotosentez sürecine dahil olur: $6 CO_2 + 12 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$. Bu reaksiyon iki aşamada gerçekleşir: Işık fazı: Güneş enerjisinin klorofil molekülleri tarafından emilmesi, elektronların taşınmasını kolaylaştırır ve proton gradyanı ile birlikte adenosin trifosfat (ATP) üretilir. Bu işlem sırasında, su molekülü bölünür ve O_2 salınır, elektronlar $NADP^+$ tarafından emilir ve sonuçta NADPH oluşur. Karanlık evre: kloroplastlarda meydana gelen metabolik bir yoldur. Bu döngüde, ışık fazda elde edilen ATP (Kimyasal Enerji) ve NADPH, inorganik CO_2 , NO_3 ve SO_4 molekülleri daha karmaşık moleküllerin yapımını teşvik eden indirgenmiş organik maddelere indirgemek için kullanılır. CO_2 'nin ribuloz 1,5 difosfata bağlanması ve iki molekül fosfo-gliserik asit elde edilir. ATP ve NADPH'nin müdahalesi ile fosfogliserik asidin gliseraldehit-3-Fosfata indirgenir. Sonuçta, bitkide

oksijen açığa çıkmasına neden olan çeşitli reaksiyonlar için kimyasal enerji kaynağı oluşturan moleküller elde edilir. Öte yandan fosfatlar, meristematik dokuların gelişimi için temel olan hücre bölünmesinde nükleik asitleri ve gerekli fosfolipitleri oluşturduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Mikroorganizmalar

Güneş (2015), toprak mikroflorasının önemli bir mikroorganizması *Bacillus* cinsi bakterilerdir. “*Bacillaceae*” ailesi içerisinde yer alırlar. *Bacillus*lar, aerop ve fakültatif anaerop, gram pozitif basillerdir. Beklemiş kültürlerde bakterinin gram ile boyanma özelliği değişken olabilmektedir. Bakterilerin çevresindeki peritrisiyöz flagellalar bulunması nedeni ile birçok türü hareketlidir. Bu bakteriler, sporlu bakterilerdir. Bu cinsi tanımlayan özelliklerden biri de aerop koşullarda her bakteride bir endospor oluşturmaktadır. *Bacillus* grubu bakterilerin büyüklükleri (0,5-1,2µm) - (2,5-10µm) arasında değişmektedir. Klinik olarak önemli *Bacillus* türlerinin çoğu, nutrient agar veya kanlı agar gibi rutin laboratuvar ortamlarında kolaylıkla üremektedir. Bu bakterilerin optimum üreme ısısı 37°C’ dir. Bazı bakteriler yüksek ısıda (50°C) üreme özelliği göstermektedirler. *Bacillus*’ ların, rutin besi yerlerindeki koloni morfolojisi bakteri türüne göre farklılık göstermektedirler. *Bacillus cereus* grubunda yer alan bakterilerin; *B. anthracis*, *B. myocoides* ve *B. thuringiensis*, koloni özellikleri oldukça değişken olmasına rağmen yine de tanınabilmektedir.

Bacillus spp.’ nin de içinde bulunduğu toprak kökenli pek çok mikroorganizma endüstriyel açıdan önemli ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır: *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* ve *B. licheniformis* deterjan, tekstil, vb. alanlarda kullanılan enzimlerin, antibiyotiklerin, çözücülerin vb. diğer moleküllerin endüstriyel olarak üretiminde kullanılmaktadır. *B. thuringiensis* ve *B. sphaericus* gibi diğerlerinin ürettikleri toksinler böcek öldürücü aktiviteleri nedeniyle ekinlerin korunmasında kullanılırken, *B. myocoides*, bitki büyümesini arttırmaktadır. İtalya ve Vietnam gibi ülkelerde *B. subtilis*, *B. clausii* veya *B. alcalophilus*, gastrointestinal rahatsızlıkların tedavisinde oral bakteriyoterapötik olarak kullanılmaktadır. Öte yandan *B. Anthracis* ve *B. cereus*’ un bazı suşları insanlar ve/veya hayvanlar için patojendir

(Rondon ve ark. 1999, Wu ve ark. 2006, Stead 1987). *Bacillus* cinsi bakteriler çok çeşitli enzimler üretmekte ve ürettikleri bu enzimlerden endüstride yararlanılmaktadır. Endüstride kullanılan enzimlerin çoğu hücre tarafından bulundukları

ortama salgılanır. Bunlara ekzo enzimler denir. Bu enzimler çöktürme, süzdürme ve santrifüj yoluyla ortamdan ayrılırlar. Hücre içi endo enzimlerin alınması otoliz ile ya da hücrenin parçalanması ile olur. Üretilen endüstriyel enzimlerin büyük bir bölümünü hücre dışı ve hidrolitik enzimler oluşturmaktadır. Bu enzimler nişasta, protein, pektin ve selüloz gibi doğal polimerleri parçalamaktadır.

Banik ve Prakash (2004), endüstriyel amaçlara yönelik enzim çalışmalarında da ekonomik ve teknik nedenlerle genellikle bakteriyel kaynaklı enzimler kullanılmıştır. Bakteriyel kaynaklı enzimlerin üretkenlik kapasiteleri tüm gereksinimleri karşılayacak şekilde genişletilebilmektedir. Mikroorganizmalardan elde edilen ve endüstriyel olarak kullanılan enzimler: Amilaz, proteaz, pektinaz, lipaz, glikoz oksidaz, selüloz, aminoglukosidaz' lardır. *Bacillus sp.* tarafından üretilen enzimler; pirofosfataz, selüloz, ferrokhelataz, serin proteaz, alkalın proteaz, nötral proteaz, amilaz, lipaz, esteraz, ksilanaz, fitaz, keratinaz, elastaz, betaglukanaz, pullulanaz' dır.

Tardieux-Roche (1966), yapmış oldukları bir çalışmada, bazı toprak bakterilerinin fosforu çok az çözünür doğal fosfat minerallerinden özümseyebildiğini ve böylece yoğunlaştırılmış fosfatlar şeklinde bir kısmını hareketsiz hale getirebildiğini, bu mikrobiyal hücrelerin, fosforu topraktan bitkiye transfer edebildiğini bildirmişlerdir. Bazı bakterilerin fosforu az çözünen doğal fosfat minerallerinden özümseyebildiğini ve böylece yoğunlaştırılmış fosfatlar şeklinde bir kısmını hareketsiz hale getirebildiğini, bu mikrobiyal hücrelerin, fosforu topraktan bitkiye transfer edebildiğini bildirmişlerdir.

Kucey (1983), pek çok fosfat çözen mantar ve bakteri, farklı çözünürlük ve mineralizasyon mekanizmaları yoluyla inorganik ve organik fosforu çözünür formlara dönüştürür. Çözme mekanizmalarına sahip bakteri oranı, toprağın toplam bakteri popülasyonunun %0,5'ine kadar çıkabildiğini bildirmiştir.

K. Mullis ve ark. (1985) tarafından PCR (Polymerase Chain Reaction)'ın bulunmasıyla moleküler biyoloji ve moleküler tıp yenilenmiştir. PCR, bir DNA zincirinin bilinen iki parçası arasında uzanan özel bir DNA bölümünün enzimatik olarak çoğaltıldığı *in vitro* bir tekniktir. Başlangıçta belirli bir genin sadece küçük bir parçası elde edilebilirken, günümüzde PCR kullanılarak birkaç saat içinde tek bir gen kopyasından milyonlarca kopya çoğaltılabilmektedir. PCR teknikleri diagnostik ve adli tıpta genlerin belirlenmesi ve özel DNA parçalarının klonlanması ve gen ifade modellerinin tespit edilmesinde önem kazanmıştır. Günümüzde PCR bakteri kontaminasyonu, genetiği değiştirilmiş DNA'nın varlığı ve gıda içeriklerinin özgünlüğünün kontrolü gibi yeni alanlarda da incelemeye olanak sağlamaktadır.

Nolan ve ark. (1987), fitat ve mineraller arasındaki etkileşimin, mikronütrelerin emilimi ve fitat asitin bitkilerin fiziksel ve kimyasal koşullarını gözle görülür şekilde değiştiren, ters orantılı bir ilişkinin varlığını ortaya koyduğunu göstermiştir. Nötr pH'ta meydana gelen biyokimyasal değişiklikler nedeniyle, inorganik fosfor bitkiye doğru hareket ederek uygun fizyolojik büyüme ve gelişme için fosfor rezervleri oluşturmaktadır. Ester bağı üzerinde hidroliz reaksiyonunun başladığı konumlar için adlandırılan 3-fitaz ve 6-fitazı tanır. Hayvanlarda ve mikroorganizmalarda 3-fitaz bulunurken, bitkilerde 6-fitaz bulunmaktadır. Fitazlar, fitik asitten fosfor kullanımını ve çözünürlüğünü önemli ölçüde artırabilmektedir. Yapısal olarak fitazlar, fosfohidrolazlar olarak sınıflandırılan enzimlerdir, fitik asit (inositol hekzafosfat) veya fitatların hidrolizine katılmaktadır. Katalitik mekanizmalara ve hidroliz özgülüne göre bakteriyel fitazlar iki ana sınıfa ayrıldığını, asidik histidin fitazları ve alkalik fitazlar rapor olarak etmişlerdir.

Koepller ve ark. (1989), bitki büyüme teşvik eden bakteriler (PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacterias) belirli özellikleri karşılamaktadır, kökü kolonize edebilmektedir, hayatta kalabilir ve rizosferde çoğalabilmektedir, doğal mikrobiyota ile rekabet etmeli ve büyümeyi teşvik edici aktivitesini uygulamalı olduğunu bildirmişlerdir.

Sanyal ve De Data (1991), fosfor azottan sonra toprakta bulunan mikroorganizmaların gelişimi ve büyümesi için en önemli ikinci besin olduğu gösterilmiştir. Nükleik asitler, ATP ve diğer fosfat iyonu (PO_4) içeren moleküllerin bir parçasıdır, biyokütle artışına, solunum reaksiyonlarına, besinlerin elde edilmesine ve makromoleküllerin biyosentezine katkıda bulunduklarını göstermektedir.

Kpomblekou ve Tabatabai (1994), Fosfat kayasının çözünmesinde yer alan mikroorganizmalar normalde, hidroksi veya karboksi terminal grupları aracılığıyla fosfata bağlı katyonları şelatlayan ve ardından çözünür fosfatı serbest bırakan organik asitler üretildiğini bildirmişlerdir.

Richardson (1994), toprak mikroorganizmaları ve fosfor çözünürlüğü üzerine yaptığı çalışmada, fosforun bitkiler, mikroorganizmalar ve diğer canlılar için varlığının, gübre şeklinde verilmesine rağmen azaltılmış miktarlarda ve çözünmez formlarda bulunması nedeniyle özel bir önem taşıdığını belirtmektedir.

Netik ve ark. (1997), yaptıkları bir araştırmada, mikroorganizmalar organik asitleri anyon olarak salgıladığını, bunları aktif olarak plazma zarında taşıdığını,

organik asit anyonlarının mantarlar tarafından salgılama, H^+ taşıma sistemi ile oluşabildiğini, bunun da harici çözeltinin asitleşmesine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Rodriguez ve Fraga (1999), fosfor (P), canlı organizmaların büyümesi ve gelişmesi için gerekli bir makro besindir. Nükleik asitlerin, fosfolipitlerin ve enzimlerin temel bir elementidir. Topraktaki P döngüsü dinamiktir ve mikroorganizmalar merkezi bir rol oynar, çünkü fosfitten (PO_2^{3-}) fosfata (PO_4^{3-}) elektron transfer reaksiyonlarına müdahale ederler. Bazı mikroorganizmalar ham fosfat kayasını çözme yeteneğine sahip olduğunu ve genelde fosfat çözen mikroorganizmalar olarak adlandırıldığını, *Rhizobium*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinslerinden *Rhizobacteria*, en güçlü fosfor çözen bakteriler olduğunu bulmuşlardır.

Whitelaw (1999), mikroorganizmalar, inorganik fosforu çözündürmek için farklı metabolik yollar kullanmaktadır. En iyi bilinen mekanizma, rizosferin pH'ını düşüren sitrik, oksalik, glukonik, süksinik ve diğer asitler gibi organik asitlerin atılmasıdır. Daha sonra bu asitler demir ve alüminyum için şelatlama maddeleri oynar. Şelasyon, bir ligand (genellikle bir karboksil veya hidroksil grubu) ile bir metal iyonu arasında yeni bir kompleks oluşturan ve fosforu serbest bırakan bağların oluşumundan oluştuğunu bildirmiştir.

Hayes ve ark. (2000), fitaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların aşılması veya bitkilerin köklerine saflaştırılmış mikrobiyal fitazların eklenmesi, fitat tarafından sağlanan çözünür fosforu artırarak, emilimi için çözünmesini sağlar. Bu bitkilerin beslenmesine katkıda bulunduğunu büyüme koşullarında gözlemlendiğini rapor etmişlerdir.

Übrahim ve ark. (2000), kireçli toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin (*zea mays* l.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine hümik asit ve fosfor uygulamasının etkisi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede topraklara ekimden önce temel gübreleme olarak amonyum sülfat formunda 400 mg/kg N (200+200) ve potasyum sülfat formunda 80 mg/kg K verilmiştir. Daha sonra hümik asitin P üzerine etkisini görmek amacıyla 3 dozda hümik asit (0, 250, 500 mgHA/kg) ve TSP formunda 4 dozda P (0, 20, 40, 80 mgP/kg) uygulanmıştır. Yeşil aksam P konsantrasyonuna ilişkin ortalama değerlere göre P ve hümik asit uygulamalarının yeşil aksam P konsantrasyonuna etkisi farklı olmuş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortalama değerlere göre artan P dozları ile bitki P konsantrasyonu düzenli olarak artış göstermiş ve P0 dozunda 1210 mg/kg olan P konsantrasyonu P₁ dozunda 2313 mg/kg'a P₂ dozunda 3154 mg/kg'a P₄ dozunda ise 5402 mg/kg'a yükselmiş, böylece dozlara bağlı olarak sırasıyla %91, %161 ve %346 oranlarında artışlar belirlenmiştir.

Morot (2001), *Bacillus* nitrojenazlar, ana işlevi olarak agronomik ve ekolojik bir ilgiye sahiptir, ancak etki mekanizmaları iyi tanımlanmamış olsa da, azot fiksasyonu, gübrelerin uygulanmasıyla doymuş doğal ekosistemlere temel bir katkı anlamına geldiğini bildirmiştir.

Reyes ve ark. (2001), fosfor çözen bakteriler inorganik fosforun (kitin, fenolik polimerler ve melanin) şelatörleri olan organik asitler üretildiğini bildirmişlerdir.

Richardson (2001), yaptığı bir araştırmada hem bitkilerin hem de mikroorganizmaların çeşitli konsantrasyonlarda ve tiplerde organik asitler ürettiğini ileri sürmüştür. Mikroorganizmalar tarafından üretilen yaygın olarak bildirilen organik asitler arasında, glukonik, sitrik ve oksalik asitler bulunurken, bitkiler en yaygın olarak sitrik, oksalik ve malik asitleri ürettiğini bildirmiştir.

Shin ve ark. (2001), fitazların katalitik mekanizması ve özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, enzimler tarafından katalize edilen ve kimyasal enerjiyi depolamak ve geri kazanmak için kullanılan fosforilasyon ve defosforilasyon reaksiyonlarının var olduğuna dikkat çekimindedirler. Toprak mikroorganizmalarının enzimatik faaliyetler yoluyla organik fosforun mineralizasyonu süreçlerine katıldığı metabolizmanın aktarılması ve teşvik edilmesini belirtmişlerdir.

Zlotnikov ve ark. (2001), *Bacillus* ile biyolojik azot fiksasyonu, kimyasal ve organik gübrelemeye kıyasla toprak verimliliğini artırdığını kimyasal ve organik gübreleme, insanlara ve hayvanlara azotlu tuzlar, ağır metaller ve patojenik mikroorganizmalarla yüksek düzeyde kontaminasyon oluşturduğunu bildirmişlerdir. Mısır, buğday ve pirinçten izole edilen *B. fusiformis* gibi türler, mükemmel azot fiksasyonlarını gösteren yüksek nitrojenaz aktivitesi ile karakterize edilmiştir. Çalışmalar, *B. firmus* türlerinin, *Dactylus glomerata* gibi diğer bitkilerden izole edilen mikroorganizmaların nitrojenaz aktivitesini artırma yeteneğine sahip olduğunu, bitki tarafından sabitlenen azot miktarını artırdığını ve bu da azotlu gübrelerin kullanımında önemli bir azalmaya yol açtığını göstermiştir.

Kumar ve ark. (2002), yerel susam türleri üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada, susam bitkisi çeşitli mikoriza mantarlar ile beraber (*Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystis* ve *Scutellospora*) yetiştirildiği zaman hem köklerde hem de bitki üst kısmında daha büyük bir biyokütle elde edildiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, rizosfer bölgesinde mantar olan bitkilerde kontrollere kıyasla yüksek miktarda mineral element (NPK) gözlemlenmiştir.

Rodríguez ve Rubiano (2002), fosfat çözen bakteriler, fosforun topraktaki fosfor çözünürlüğünü artırır, çünkü fosforun (P) fiksasyon işlemlerine müdahale etme becerisine sahiptirler, bu da çeşitli mahsullerde kullanımlarının mahsul verimini desteklediğini ve toprağın verimliliğini artırdığını gösterdiğini söylemişlerdir.

Eşitken ve ark. (2003), Malatya’ da *Bacillus* OSU-142 suşun çiçek ve yapraktan uygulamasının kayısı bitkisinde, yaprak besin elementleri içeriği üzerine etkileri, büyüme gelişimine ve verime etkilerini belirlemişlerdir. Kontrole göre bakteri uygulamasının ortalama sürgün gelişimi yapraklarda N, P, K, Ca ve Mg içerikleri, verimi artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca *Bacillus* M-3, OSU-142 ve OSU-142+M-3 suşları yaprak ve toprak besin elementleri, ahududu bitkisinde bitki gelişimi, verimine etkilerini belirlemek amacıyla araştırmışlardır. M-3 uygulama yapılan bitkilerin gelişimini ve verimini önemli derecede artırmıştır. Kontrollere göre OSU142+M-3’ ün verimi %74,9 oranında ve M-3’ ün verimi %33,9 artırdığını bulmuşlardır.

Vessey (2003), canlı mikroorganizmalar içeren bir madde olarak tanımlanan bazı PGPR’ler biyo gübre olarak kullanılmıştır. Tohuma, bitki yüzeyine veya toprağa uygulandıklarında, rizosferi kolonize ederler ve bitki büyümesini teşvik ederler çünkü konakçı bitkiye besinlerin mevcudiyetini ve emilimini arttırmaktadırlar. Kök yüzeyinde yaşayan ve bitki üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak faydalı etkisi olan bakterilere bitki büyüme teşvik eden bakteriler denmektedir. İngilizcede PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacterias) kısaltması olduğu rapor edilmiştir.

Gómez (2004), çok sayıda asit fosfataz, korunmuş bir histidin kalıntısı etrafında iki benzer bölgeye sahiptir. Bu histin, iki şekilde reaksiyona giren enzimatik kataliz işlemlerine katılır: ilki N-Terminal bölümünde yer alır ve bir fosfohistidin ara maddesini oluşturur; ikincisi C-Terminal bölümünde bulunur ve muhtemelen bir proton vericisi olarak işlev görür. Mikroorganizmalar tarafından fosfataz üretimi kapasitesi, bunların P.'nin mineralizasyonuna katkıda bulunma potansiyelini göstermektedir.

Kloepper ve ark. (2004), *Bacillus* spp. Patojen bakteri ve mantarlara karşı sahip oldukları sistemik direnç mekanizmaları nedeniyle bitkilerde büyümeyi hızlandırıcı olarak sunmuşlardır.

Prakash ve ark. (2004), serada susam köklerindeki mikoriza mantarları ile ilgili yürüttükleri bir saksı denemesi, fosfat kayanın iyi bir şekilde çözülmesinin, dolaylı olarak azot besin maddelerinin yoğun bir şekilde absorbe edilmesi, biyokütlelerin gelişmesinde önemli olduğunu göstermiştir.

Fernandez ve ark. (2005), Arjantin'de yapmış oldukları çalışmada, Buenos Aires ve Cordoba bölgelerinden, tarımsal soya ve fasulye yetiştirilen alanlardan toprak örnekleri almışlardır. Topraklardan izole edilen *Bradyrhizobium sp.* suşlarının yani sıra farklı bakteri gruplarının inorganik fosforu çözündürmek için fizyolojik kapasitesini incelemişlerdir. Trikalsiyum fosfatın topraktaki baskın bakteri gruplarından, 250 suşta *Bradyrhizobium sp.* ve 10 toplama suşundan, 5 g L⁻¹ triklastik fosfat içeren NBRIP (fosfat gelişme ortamı) ortamını içeren bir petri kabında test etmişlerdir. Çözünürlük halelerinin boyutu ölçülmüş ve 4 mm'den büyük haleler gösteren koloniler izole edilmiştir. Çözündürülmüş fosfor, tampon çözeltisi eklenmiş ve eklenmemiş ve ticari bir tür ile karşılaştırıldığında sıvı ortamda kantitatif olarak tahmin edilmiştir. Toplam bakteri ortalama değeri 5.1 10⁶ (%0.06 çözündürücü) iken, toplam mantar ortalama değeri 3.3 10⁴'e (%9.70 çözündürücü) ulaşmıştır. Farklı topraklardaki fosfat çözünen bakterilerin sayısında büyük bir fark bulunamamıştır. 14 çözündürücü izolat elde edilmiş: mikrofloradan 10 ve *Bradyrhizobium sp.*'den 4 ve onların haleleri 4 ila 15 mm arasında değişmiştir. MSDJ 49 hariç bütün toplama suşları Petri kabında fosfatı çözündürmüştür. Mikroflora bakterileri tarafından çözündürülen fosfat miktarları, tamponlanmış çözeltisiz bir sıvı ortamda %3 ila %24.1 arasında değişirken, tamponlanmış bir ortamda %0.07 ila %4.82 arasında değişmiştir. Düzenleyici bir çözeltisi olmayan bir sıvı ortamda, *Bradyrhizobium sp.* bir çözündürme %7.1 ila %8.5 arasında değişirken, tamponlanmış ortamda %0.1 ila %0.16 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Fernández ve Rodríguez (2005), mikroorganizmalar fitazlar, asit veya alkalın fosfatazlar ve C-P liyazlar gibi fosfatazlar salgıladığını, asit fosfatazlar defosforilat fosfodiester veya fosfoanhidrit bağları, inorganik nükleotid fosfatlar, bazı şekerler ve ATP salıdığını, fitazlar, topraktaki organik fosfor formlarının çoğunluğu olan fitik asit veya fitattan fosfor salınımına neden olduğunu ve C-P fosfonatazlar ve liyazlar organofosfatlarda C-P bağlarını kestirdiğini bildirmişlerdir.

Haefner ve ark. (2005), *Bacillus* cinsi alkalın, fitazlar üretir. Yani nötrden baziklere değişen bir pH'ta ve 70 C'lik bir sıcaklıkta hareket ederek termo-direnç sağlar. *B. subtilis*'in hidrolitik kapasitesi, fitik asidin indirgenmesine izin vererek biyokütlede bulunan minerallerin selasyonunun varlığını önler. Böylece fosforun ve farklı element izlerinin çözünmez hale gelmesi ve çökmesi önlenir. Bu bakterilerin fosfor döngüsüne karşı etkisinin önemi hem de flora ve toprağın biyolojik çeşitliliğine fayda sağlama işlevi burada yatmaktadır. Yapılan araştırmalar, değerlendirilen

mikrobiyal fitazlardaki fosfor eşdeğerliğinin Ca, Mg ve Zn, Cu, Fe ve Mn gibi diğer metallerin konsantrasyonlarını doğrudan veya dolaylı etki ile iyileştirdiğini göstermiştir. Fitat üretimi, belirli şekerleri ayırmasına izin veren proteolitik enzimleri inhibe eder, bu da etkilediği biyolojik döngülerin optimal gelişimi için enerji üretimini (fotosentez) destekler. Fitazlar, fitik asit veya miyo-inositol tarafından katalize edilen bileşikler arasında 1, 2, 3, 4, 5, 6 - heksakis dihidrojen fosfat daha yüksek bir oranda tespit edilmiştir. Kimyasal formülü $C_6H_{18}O_{24}P_6$ 'dır ve mol kütlesi 659.86 g / mol'dür. Yaklaşık %28,2 gibi yüksek fosfor içeriğine sahip olmasıyla karakterizedir, açık sarı bir sıvıdır ve bitkiler aleminde daha yüksek oranda bulunur, polar çözücüler içinde çözünür ve polar olmayan çözücüler içinde çözünmez; genellikle stabilite sağlayan sodyum ve kalsiyum tuzları eşliğinde izole edilir. Fitazların hidroliz yoluyla fitik asitte bulunan fosfat gruplarını ortadan kaldırarak bunları miyo-inositole, fosfatlara ve organik fosfatlara dönüştürdüğü açıklanmıştır.

Oberson ve Joner (2005), fosfor dönüşümünü toprakta elde edilebilirliği etkileyen mikroorganizmaların, 0 ila 100 µm çapındaki tüm mikrobiyotayı içerdiğini ve bu boyuttaki en fazla sayıda mikroorganizma bakterileri olduğunu belirlemişlerdir.

Terry ve ark. (2005), azot sabitleyen ve fosfat çözen mikroorganizmalar, kimyasal ve doğal enerji kaynakları gerektirir. Bunlar, metabolik süreçleri yoluyla, azot ve fitik asit bağlarının parçalanmasını katalize eden enzimler üretir ve kimyasal reaksiyonların habercisi olurlar. Bu süreçte katılan bakterileri şunlardır: *Bacillus spp.*, *Clostridium spp.*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Enterobacter spp.*, *Azotobacter spp.*, *And Azospirillum spp.*, Bunlar rizosferden izole edilmiştir, orada diazotrofik mikroorganizmaların sayısı, organik bileşikler şeklinde salınan ve mevcut besin konsantrasyonu nedeniyle genellikle daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Chen ve ark. (2006), fosfor çözen bakteriler tarafından üretilen tanımlanmış asitler arasında: sitrik asit, glukuronik asit, süksinik asit, laktik asit ve propiyonik asitler olduğunu belirlemişlerdir.

Orhan ve ark. (2006), Türkiyede Erzurumda organik bir ahududu mahsulünde iki *Bacillus* suşu OSU-142 (N_2 -fiksasyon) ve M₃ (N_2 -fiksasyon ve fosfat çözündürme) değerlendirilmiş ve bunun bitki büyümesini desteklediği kanıtlamışlardır. Sonuçlar *Bacillus* M₃ suşunun ahududu bitkisinin organik yetiştirme koşulları altında büyümesini ve beslenmesini uyardığını göstermiştir.

Rodríguez ve ark. (2006), glikozun glukonik aside oksidasyonu, mineral fosfatın Gram negatif bakteriler tarafından çözündürülmesinde önemli bir mekanizmadır,

reaksiyon, glikoz dehidrojenaz enzimi ve kofaktör Pyrroloquinoline quinone tarafından gerçekleştirildiğini belirlemişlerdir.

Vassilev ve ark. (2006), fosfor çözen bakteriler, topraktaki mevcut fosforu artırdıkları ve böylece bitki büyümesini destekledikleri için bitki büyümesine fayda sağladığını belirlemişlerdir.

Guerrero ve ark. (2007), *Bacillus* fitazları, fosfat ve iki değerlikli fitat katyonlarının biyoyararlanımını iyileştirmek için genellikle tahıllarda ve hayvansal üretim gıdalarında katkı maddesi olarak kullanıldığını belirlemişlerdir.

Lopez ve ark. (2008), Venezüella'da sorgum ve fasulye tarlalarında elde ettikleri suşları, besin elementleri açısından zengin ve fakir olan farklı iki tür toprak kullanarak bir araştırma yapmışlardır. Bakteri suşları Pikovskaya kültür ortamı kullanılarak izole edilmiş, saydam bir jel oluşturan koloniler 5 gün bırakılmış ve biyo-gübre hazırlanmıştır. Bu suşlardan on tanesi yüksek oranda fosfat çözündürme göstermiş ve mısır bitkisi üzerinde denemişlerdir. Burada da *Bacillus megaterium* ve *Azotobacter sp* gibi bazı bakterilerin fosfor bileşiklerini çözme kapasitesi olduğu belirlemişlerdir.

Manangi ve Coon (2008), fosfor, fosforu çözen mikroorganizmalar tarafından çözüldüğünde, topraktaki metalik elementlerle tekrar reaksiyona girebilir. Bu şekilde, mikrobiyal dinamikler, topraktaki düşük fosfat bulunabilirliği sorunlarına uygulanabilir bir çözüm olmaya devam edeceğini belirlemişlerdir.

Ríos (2008), fitazlar (miyo-inositol heksafosfat hidrolazlar) doğada yaygın olarak bulunur ve mikrobiyal, bitki veya hayvan kaynaklı olabilir. Fitazlar listesine fitik asidi degrade eden yeni bir protein tirozindir. Ayrıca, (PAP'ın 5-fitazları) yonca, fasulye, bezelye gibi bitki türlerinden ve zambak poleninden izole edilmiştir; Bununla birlikte *Selenomonas ruminantium* gibi hayvansal kökenli olanlar vardır ve fitik asidi inorganik ortofosfata hidrolize edebildiğini belirlemiştir.

Cuadrado ve ark. (2009), azot döngüsü, mineralizasyon, nitrifikasyon, denitrifikasyon, asimilasyon ve fiksasyon olarak tanımlanan 5 işlemde oluşur. Bakteriler tarafından gerçekleştirilmeyen tek sürecin asimilasyon olduğunu göstermişlerdir. Toprakta amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) bitki kökleri tarafından absorbe edilebilen tek azot formudur. NH_4^+ iyonu koloidal maddelere (killer ve humus) ve anyonik yükler elektrostatik olarak çekilir. Öte yandan NO_3^- , toprak suyunda çözünür ve anyonik yükler tarafından tutulmaz olduğunu göstermişlerdir. Bitkiler için azot kaynağı toprakta çözünen amonyum ve nitrattan oluşur (asimile edilebilir N), ancak toprakta bulunan N'nin %98'i organik moleküllerde birleşir ve bu nedenle bitki

beslenmesi için mevcut değildir. Bunun %1 ila %3'ü amonyaklaştırma ve nitrifikasyon adı verilen biyolojik süreçlerle bir yılda mineralize edilir. Diğer kısım NH_3 , NO ve N_2O gibi denitrifikasyon işlemleri ile buharlaşırken NO_3 bileşiği killi topraklar tarafından absorbe edilmediği için çökelirken, bu olay bitkiler veya mikroorganizmalar tarafından anında alımını engelendiğini rapor etmişlerdir.

Marcia ve ark. (2009), *Bacillus* Fitazlarıyla ilgili olarak, bunların fosfataz alt grubuna ait enzimler oldukları tespit edilebilir. Bunlar, alkalın fosfatazlar yüksek ve düşük molekül ağırlıklı asitler ve protein-fosfatazlar olarak sınıflandırılan farklılaştırılmış bir enzim kümesi oluşturur. Ester bağlarının hidrolizini katalize ettikleri optimal pH değerleri, metal katyonlar için afinite ve reaksiyon mekanizmaları ile farklı olduğunu belirlemişlerdir.

Ögüt ve ark. (2010), Konya bölgesinde fosfor çözen mikroorganizmalarla aşılansmış buğday bitkileri üzerinde mikrokozmlarda yetiştirilen ve rizokutular üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada; fosfor çözen mikroorganizmaları ile aşılamların rizosferde asitlenip asitlenmediğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Proton akış hızında bakteri inokülasyonu ile artışlar elde edilmiş, suşlar arasında sadece *Bacillus* sp # 189 bakterisinde, önemli ölçüde rizosferde mevcut fosforu artırdığı görülmüştür. Kontrol ve *Bacillus* sp # 189 aşılama Olsen ekstraksiyonu ile bitki alınabilen fosfor sırasıyla 6.3 ve 8.0 mg.kg⁻¹ elde edilmiştir.

Ögüt ve ark. (2010), Türkiye Tokat bölgesinde, 2006-2009 yıllarında toprağın fosfor çözme potansiyelleri *Acinetobacter* suşları ile yaptıkları bir araştırmada buğdayın rizosfer toprağında ve saksılarda yetiştirilen mısırdan toplam 21 fosfor çözen mikroorganizma izole etmişlerdir. Fosfor çözme potansiyelleri in vitro olarak nispeten yüksek olan suşlar *Acinetobacter* sp. WR922 yeterli miktarda fosfor içeren toprakta yetiştirilen buğdayda bitki fosfor beslenmesini ve kuru madde birikimini önemli ölçüde artırdığını bulmuşlardır.

Ögüt ve ark. (2010), yapmış oldukları bir çalışmada; saksılarda yetiştirilen buğday ve mısırın rizosfer toprağından toplam 21 fosfor çözen mikroorganizma izole etmişler ve *Acinetobacter* suşları en etkili çözündürücü olduğunu görmüşlerdir. Beş günlük bir inkübasyonda *Acinetobacter* suşlarının sıvı kültürlerinde çözünen fosfor ortalama 167 ila 888 mg / ml arasında değişmiştir. pH 7.8 'dan 4.5 düşmüş; 27.5 ve 37.5 mM arasında değişen konsantrasyonlarda glukonik asit üretildiğini bulmuşlardır.

Patiño (2010), farklı araştırmalar fitazları bakteriler tarafından üretilen endoenzimler olarak tanımlar ve asimile edilebilir bir fosfor (P) formu oluşturmak için

bir substrat olarak fitik asit ($C_6H_{18}O_{24}P_6$) için daha yüksek reaktif afiniteye sahip olduğunu rapor etmiştir.

Singh ve Satyanarayana (2011), mikroorganizmalar, inorganik kaynaklardan fosfatların salınmasında önemli bir role sahip olmanın yanı sıra, bileşiği organik kaynaklardan da salmaktadır. Fitatlar, toprakta en bol bulunan organik fosfor türüdür ve diğer bileşiklerle kimyasal kompleksler oluşturdıkları için bitkiler tarafından doğrudan alınamaz olduğunu belirtmişlerdir.

Arath ve ark. (2012), biyo gübrelerin aktivitesi, farklı biyolojik döngülere odaklanır, çünkü enzimatik reaksiyonlar vasıtasıyla farklı kimyasal elementler sentezlenir, çözülür veya sabitlenir. Böylece, iki tür reaksiyon üretilebilir: Birincisi, patojenlere karşı antagonistik maddelerin üretilmesi nedeniyle yeni faydalı maddelerin sentezidir ve ikincisi, bitki büyümesinin teşvik edilmesine odaklandığını belirtmişlerdir.

Perez ve ark. (2012), yapmış oldukları bir çalışmada, Kolombiya’da, Since bölgesinin çiftliklerine ait meralarda bulunan rizosfer fosfat çözen mantar türleri ve endofiti izole etmişlerdir. Araştırmada fosfat çözen mantarların türleri izolasyon için calfos (Glukoz 8 g, Malt özütü 10 g, Maya özütü 10 g, Neopolipepton 1 g, Calfos %0.5, %0.8, %1.2 ve %1.5 v, agar 1.5 ve su 1000 ml) ile kullanılmıştır. Kullanılmış toprakta 53 ve bitki köklerinde 43 mantar türü bulunmuştur. *Penicillium sp.* ve *Aspergillus niger* en baskın fosfat çözündürücü tür bulunurken; *Paecilomyce ssp.* ise en az miktarda bulunmuştur.

Sánchez ve ark. (2012), genetik bakış açısına göre, bakterilerde indüklenen fitazların ekspresyonu düzenlenir ve toprakta fosforun çözünmesinde yeni stratejiler geliştirmek için, Pi ve Po'nun mevcudiyeti olduğu sürece kullandığını belirtmişlerdir.

Portela (2013), fosfor çözen mikroorganizmalar, bitki büyümesini destekleyen mikroorganizmalar (PGPM) grubundadır. Bitkilerin fosfor ihtiyaçlarını çözündürme yoluyla sağlamak, organik asitlerin salınımı, proton gradyanları ve kataliz mekanizmaları (fosfatazların etkisi) gibi mekanizmaları kullanmaktadırlar. En etkili fosfor çözücü bakteri grubu; *Bacillus* sp., *Pseudomonas* spp., *Rhizobium* spp., *Burkholderia* spp., *Achromobacter* spp., *Agrobacterium* spp., *Micrococcus* spp., *Aerobacter* spp., *Azotobacter* spp. y *Erwinia* spp., ve saprofitik mantarlar, örneğin *Aspergillus niger*, *Penicillium bilaii*, *Penicillium simplicissimum*, *Trichoderma harzianum*, y *Cladosporium herbarum* olduğunu belirtmiştir.

Corrales ve ark. (2014), fitat asit ile katyonlar arasında meydana gelen etkileşimlerin çeşitli miyo-inositol heksakisfosfat tuzlarının oluşumuna yol açtığını

ortaya çıkarmıştır. Bu tuzlar, kendilerini oluşturan katyon tipine ve fitik asidin bulunduğu pH'a bağlı olarak farklı özelliklere sahiptir. Bu etkileşimden oluşan tuzlara fitatlar denir ve Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{1+2+} ve Fe^{2+3+} katyonları ile oluşur. Fitin, Ca ve Mg tuzlarının fitat asit ile karışımından tanımlanır, bunlar, fosfat, miyo-inositol ve çimlenme sırasında katyonların salınım işlevini yerine getirdiğinde, bitki-mikroorganizma ilişkisinde baskındır. Tuzların ve proteinlerin çözünürlüğü pH, proton sayısı ve elektrik yüklerinden kompleks oluşumu (fosfat gruplarının serbest iyonları) ile ilgilidir. Asimile edilebilir formlarda mevcut fosfor konsantrasyonundaki ve diğer besin türlerinin sürekli emilim sürecindeki artış, toprakların ve bitkilerin özellikleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Lucia ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada, fosfor çözen organik asitlerin üretilmesiyle ilişkili bakteri çeşidini *rhizobacteria* olarak bulmuşlardır. Genellikle *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Flavobacterium*, *Rhizobium*, *Yarrowia*, *Streptosporangium*, *Aerobacter*, *Achromobter*, *Achromacter* *Erwinia*. *Bacillus* cinsleri potansiyel fosfat çözen olarak göze çarpmış ve çevre için herhangi bir sonuç yaratmadan kaliteli bir tarımsal ürün elde edilmesini sağlayacak bir biyo-gübre olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Xie ve ark. (2014), fosfor, tarımda sınırlı bir element olarak kabul edilir ve bitkisel ürünlerdeki üretimi optimize etmek ve artırmak için gereklidir. Biyo gübreler gibi alternatiflerin tercih edilmesi, *Bacillus* sp. gibi mikroorganizmaların bir alternatifini oluşturur. Mükemmel bir fosfat çözünürleştirici ve aynı zamanda toprakta besin kullanılabilirliğini iyileştirmeyi sağlar. Toprakta, farklı gramlarda pozitif veya negatif morfolojilere sahip çeşitli fosfat çözen bakteriler bulunmaktadır, fosfor döngüsüne müdahale ederek bakteriler, bu elementi bitkiler için çözünür bir bileşiğe dönüştürür. Bakterileri fosfatazlar, fitazlar veya organik asitler gibi enzimlerin üretim yoluyla çözme işlemini gerçekleştirirler ve esas olarak yüksek miktarda organik madde içeren topraklarda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Abbasi ve ark. (2015), bir araştırmada, çözünür fosfor gübrelerinin yani Simple Super Fosfat (SSP)'in ve Di-amonyum Fosfatın (DAP) ve çözünmeyen ham kaya fosfatın, fosfor sağlama kapasitesini, bakteri ile çözünen fosfatta ve kanatlı gübresi ilave edildikten sonra incelemiştir. Daha sonra kırmızı biber (*Capsicum annum* L.) büyüme, verim ve fosfor kullanımı incelenmek için T0: kontrol; T1: ham kaya fosfat; T2: SSP; T3: DAP; T4: kanatlı gübresi; T5: 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 SSP; T6: 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 DAP; T7: 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 kanatlı gübresi; T8: kaya fosfat +

fosfor çözen bakterileri; T9: 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 SSP + fosfor çözen bakterileri; T10: 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 DAP + fosfor çözen bakterileri; T11: 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 kanatlı gübresi + fosfor çözen bakterileri olmak üzere on iki muamele ile kumlu tınlı nötr toprak üzerinde bir inkübasyon çalışması yapmışlardır. 25° C'de 0, 5, 15, 25, 35, 60 günlük bir süre boyunca inkübe edilmiş topraktan ekstrakte edilebilir fosforu analiz etmişlerdir. Araştırmada biberin büyüme, verim, fosfor alımı ve çözündürme değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar, kaya fosfat ile değiştirilen toprağın fosfor salma kapasitesinin 6.0 ila 11.5 mg arasında değiştiğini gösterirken, çözünür fosfor gübreleri, yani SSP ve DAP, denemenin başlangıcında (gün 0) maksimum 73 ve 68 mg/kg fosfor sergilemiştir. Bununla birlikte, fosforun SSP ve DAP'dan salgılanan eğilimi, deneme sırasında düşmüştür ve sonunda başlangıçta mevcut fosforun %82'si ve mineral havuzundan kaybedilmiştir. fosfor çözen bakterileri ve kanatlı gübresinin kaya fosfat ile 1 = 2 kaya fosfat + 1 = 2 kanatlı gübresinin + fosfor çözen bakterileri kullanımı fosfor mineralizasyonunu, herhangi bir kayıp olmadan yüksek seviyelerde tutulan maksimum 25 mg/kg fosfor salgılayarak uyardığını bulmuşlardır.

Garcia ve ark. (2015), Arjantin'in Kuzeybatı'sında üç yerden aldıkları toprak numuneleri üzerinde yaptıkları bir araştırmada, NBRIP kültür ortamında plaka seyreltme tekniği ile bakteri izolasyonu yapmışlar ve TSA kültür ortamında saflaştırmışlardır. Bu bakterileri belirlemek için morfoloji, hareket, hücre duvarı, çözünürlük yetenekleri ve biyokimyasal testler yapılmış; *Pseudomonas spp.*, *Pseudomonas aurantiaca*, *Serratia fonticola*, *Proteus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* ve *Bacillus spp.* türlerini belirlemişlerdir. Daha fazla fosfor çözme yeteneği olanların 16S rDNA geninin çoğaltılması ve dizilimini yapmışlar ve mısır bitkisi üzerinde denemişlerdir. Deneme sonucunda sap ve kök uzunluğu ve kuru ağırlık yönüyle üç bakteri cinsinin bitki büyüme uyarıcıları olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Lizarazo ve ark. (2015), Kolombiya'da Boyaca bölgesinde, dört yıl *Baccharis macrantha* ve *Viburnum triphyllum* ile ekilmiş deneysel bir restorasyon ekolojisi olan tarladan alınan toprak örnekleriyle bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada, *Baccharis macrantha* ve *Viburnum triphyllum*'un rizosferine bağlı fosfor çözen bakterileri izole ve karakterize etmek için fosfat çözen bakterilerinin vitro koşullar altında çözündürme yetenekleri değerlendirilmiştir. Ayrıca daha fazla etkiye sahip fosfor çözen bakteri suşlarının aşılmasının *B. macrantha*'nın büyümesi üzerindeki etkisi belirlemişlerdir. *B. macrantha* ve *V. triphyllum*'un rizosfer toprağı örnekleri, 2012 yılının Mayıs-yağmurlu ve Eylül-kuru dönemlerinde toplanmıştır. Kültürlenmiş heterotrofik

bakterilerin ve fosfor çözen bakterilerinin miktarının belirlenmesi için, plaka sayma yöntemiyle sırasıyla trypticase soy broth agar ve Pikovskaya ortamlarında yapmışlardır. İzole edilen suşların fosfat çözünme kapasitesi, 28 ° C'de 7 gün inkübasyondan sonra Pikovskaya PVK kültür ortamında kapsam çevresinde oluşturulan halelerin çapından hesaplanmıştır. *B. macrantha*'daki aşılama deneyleri, etkiye sahip fosfor çözen bakterilerle yapılmıştır. Fosfor çözen bakterileri *B. firmus* ve *P. Fluorescens*'in tek tek ve kombine bir aşılama olarak kullanılması, fide uzunluğu, kök uzunluğu, kuru ağırlık ve çimlenme yüzdesini önemli ölçüde artırarak yararlı bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Majeed ve ark. (2015), yapmış oldukları bir çalışmada, fosfor çözen mikroorganizmaların çok çeşitli rol oynadığını ve bitkilerin besin alımını olumlu etkilediğini bulmuşlardır.

Malick ve ark. (2015), Senegal'da, Dakar bölgesinde sekiz yerel susam çeşidi (*Sesamum indicum* L.) üzerinde yapmış oldukları bir sera çalışmasında, mineral elementler bakımından fakir ve özellikle çözünebilir fosfor miktarınca yoksun topraklarda, üç ay boyunca funguslar ile aşılanmış topraklarda çalışmış ve kontrollere kıyasla daha iyi gelişme ve hem daha iyi mineral beslenme görmüşlerdir. Bağımlılık derecesi genellikle %55'ten büyük ve test edilen mantar izolatu ve çeşitliliği ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Ögüt ve Er (2015), yapmış oldukları bir çalışmada, fosfor çözen mikroorganizmalar, bitkilerde toprak fosforu sağlamalarını sağlayan mekanizmalar geliştirdiğini, *Bacillus* sp. # 189 aynı anda hem bitki fosfor içeriğini hem de rizosfer toprağı-P'yi önemli ölçüde arttırdığını bildirmişlerdir.

Restrepo ve ark. (2015), *Bacillus*, geniş bir fizyolojik çeşitlilik profili sağladığından (asidofilik, alkalofilik, psikrofilik, termofili ve parazitlik), ayrıca spor sahibi olduğu için hem suda hem de toprakta farklı ortamlarda bulunmasına izin verir. *Bacillus* nitrojenazlar enzimler N₂ molekülünü azaltır ve iki bileşenden oluşur. Bileşen I veya dinitrojenaz: Aktif merkezin bir parçası olan, demir ve molibden (FeMo) arasında bir ilişki olan bir kofaktöre sahiptir. Heterotetramer olarak da adlandırılır, enzimin aktif merkezinin bir parçasıdır. Bileşen II veya dinitrojenaz redüktaz, ATP tüketimi ile elektronları bileşen I'e geçirir, daha sonra elektronları substrata verir. Kofaktör, substrat ile reaksiyonun gerçekleştiği enzimin bir parçasıdır. Enzimle kalıcı olarak ilişkilendirilebilir ve geçici olabilir. Sonuç olarak, nitrojenazlar, moleküler azotun indirgenmesiyle eş zamanlı olarak azot fiksasyon işlemlerini gerçekleştirerek onu

bitkiler tarafından kolayca asimile edilen amonyağa dönüştürür. Aktif enzim nitrojenazı oluşturmak için, bir bileşen I molekül ve iki bileşen II molekül gereklidir. Enzimin aktif merkezdeki metale göre, farkı Fe-Metal kofaktöründe bulunan heksoordinat katyonunda bulunan üç nitrojenaz ayırt edilir. Monitrojenaz, en çok bulunan nitrogenaz enzimini içeren tüm türlerde bulunur. Nitrojenaz V, ikinciolarak keşfedilmiş ve yoğunluk açısından ikinci sıradadır. Azotobacter vinelandii'de bulunur. Fe Nitrojenaz, yukarıda badesedilen türlere göre çok daha düşük oranda bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Zambrano ve ark. (2015), biyo gübreler, bitkiler için besin maddelerinin kullanılabilirliğini iyileştirir ve toprağı çeşitli biyolojik işlevlerinden korur. Mikroorganizmaların önemi ve çevreyle ilişkileri, şu anda belirli biyolojik ajanların tarıma faydalı çok yönlülüğünden yararlanma ve fito uyarıcı etkileşimini destekleme ihtiyacına odaklanmıştır. Mikroorganizmalar, biyojeokimyasal döngülerin etkisiyle besin sağlar, dengeli agregaların oluşumu ile toprak yapısını iyileştirir, biyolojik kontrol ve ürünlerin ortadan kaldırılması işlevine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Ögüt ve Er (2016), Konya bölgesinde tarla koşullarında, farklı fosfor çözen mikroorganizmaların değerlendirilmesi için, buğday (*Triticum aestivum ssp. Vulgare L. cv. Bezostaja*) bitkisi kullanarak, iki yıllık bir deneme kurmuşlardır. Bakteri suşlarının, bitki fosfor zenginleştirilmesi olmadan bitki biyokütlesini (%13 ila %36) önemli ölçüde arttırdığı görmüşlerdir. Sadece *Bacillus* sp. bakterisi, bitki fosfor içeriğı, biyokütle ve rizosfer toprağında Olsen fosforu önemli ölçüde aynı anda arttırmıştır. Aşılamalar hasatta bitki potasyumunu (K), magnezyum (Mg), çinko (Zn) ve mangan (Mn) içeriğini de arttırmıştır. Aşılanan bitkilerin fosfor dışındaki besinlerle zenginleştirilmesi, alternatif bitki büyümesini destekleyici mekanizmaların varlığını göstermektedir. Yapılan araştırma; fosfat çözen mikroorganizmaların, bitkilerin sadece fosfor içeriğini değil, ayrıca rizosferde geçici olarak mevcut olan fosforu de artırabileceğini göstermiştir. Hem de sonuçta mikroorganizmaların proton salgılamayı arttırdığını göstermişlerdir.

Namlı ve ark. (2017), Konya bölgesinde, tarla koşullarında fosfor çözen mikroorganizmaların buğday bitki büyümesi, enzimler dahil toprak biyolojik özellikleri ve toprak solusyonundaki etkisini değerlendirmek amacıyla bir deneme kurmuşlardır. Kontrol, dekara, 50 mg kg⁻¹ azot, 50 mg kg⁻¹ azot ve 12 mg kg⁻¹ fosfor uygulaması ile, bitki gelişimini teşvik eden rizobakterileri ve 25 mg kg⁻¹ azot ile birlikte, 25 mg kg⁻¹ azot ve 0.12 g ham fosfat/2kg toprak ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin uygulaması yapılmıştır. Araştırma; bitki üst ve alt kısmı biyokütleleri (taze ve kuru

ağırlık), bitki azotu ve fosfor içeriği gibi bitki parametrelerinin kontrol ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Rizosfer bölgesinde, bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin mekanizmaları yüksek miktarda azot, fosfor ve organik madde göstermiştir.

2.4. Diğer Konular (Azot, Fosfor, Potasyum, Verim ve Verim Bileşenleri) ile İlgili Literatürleri

Johnson ve Ulrich (1959), bitki çeşidine, yaşına ve organlarına bağlı olarak azot içeriği %0.2- %6.0 arasında değiştiği tespit etmişlerdir.

Delgado ve ark. (1977), Venezuela'nın Araure bölgesinde, farklı gübre formu ve oranları ile yaptıkları bir araştırmada: N:P:K gübreleri kullanmışlardır. Sonuçta susam bitkisinin azota pozitif tepki verdiği ortalamalar alındığında uygulama parsellerinin kontrol parsellerine göre %50 daha fazla verim elde edildiği görülmüştür.

Subramanian ve ark. (1979), Hindistan'ın Tamil Nadu bölgesinde, TMV.3 susam çeşidine 0 , 3 ve 4.5 kg N/da uygulama yapmışlar, yaz sezonunda 3 kg N/da, muson mevsiminde ise 4.5 kg N/da uygulamaları en yüksek tohum verimini sağlamışlardır. Azot uygulamaları kapsülde tohum, bitkide kapsül ve bitkide dal sayılarını ($P < 0.05$) önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir.

Sayegh ve ark. (1981), patates, buğday, susam, sorgum, şeker pancarı ve mısır gibi çeşitli ürünlerde N.P.K gübrelərini tek ve bileşik halinde uygulayarak etkilerini araştırmak amacıyla Suudi Arabistan, Suriye ve Ürdün'de çalışmalar yapmışlardır. Gübrelerin etkisini daha iyi görmek için yabancı ot kontrolü ve gerekli sulamalar yapılmış ve kompoze N.P.K gübrelərinin genellikle daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Bekele ve ark. (1983), buğdayın (*Triticum aestivum* L), diğer bitki türlerine kıyasla güçlü bir alkalın alımı ve H^+ salım modeli gösterdiği ve ek olarak, ham fosfat kayası erimesine katkıda bulunan yüksek Ca^{2+} alımı gösterdiğini vurgulamışlardır.

Vijay ve ark. (1987), Hindistan'ın Gwalior bölgesinde, susam ile yapılan bir gübre uygulama denemesinde, 4 kg/da azot uygulamış, susam tohum verimi kontrole göre 73 kg/da'dan 98 kg'a artırdığını bildirmişlerdir.

Prakasha ve Thimegowda (1989), susam ile ilgili yaptığı bir çalışmada, azot dozunun 4 kg/da'dan 6 kg/da'a artışıyla susam verimi %53 artış göstermiştir. Bu bitki

başına kapsülde dane sayısı ve bitkide kapsül sayısından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Kanade ve ark. (1992), Hindistan Dapoli bölgesinde, 1985-87 yıllarında yaptıkları bir araştırmada, susamı yılın 23., 24., ve 25. haftalarında ekmişlerdir. Sırasıyla susam tohum verimleri 51 kg/da, 36 kg/da ve 18 kg/da olmuştur. Araştırmada 2.5 kg/da azot ve 1.25 kg/da P_2O_5 , 5 kgN/da + 2.5 kg P_2O_5 /da uygulanan parsellerde sırasıyla tohum verimi 33 Kg/da ve 53 Kg/da olmuştur. Kontrol parsellerinin verimi ise 20 kg/da kadardır. En yüksek tohum verimi ise 71 kg/da ile 5 kg N/da + 2.5 kg P_2O_5 /da uygulaması ve yılın 23. haftasında yapılan ekimden alındığını belirtmişlerdir..

Malik ve ark. (1992), Somali'nin Burdhubo-Gedo bölgesinde, 1990 yılı Nisan-Haziran ayları boyunca susam ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, 2 sıra arası (30, 45 cm), 4 farklı azot ve fosfor dozu (kontrol, 3, 4, 5 kg N/da + kontrol, 3, 4, 5 kg P/da) gübre uygulamasını araştırmışlardır. Sıra araları (30, 45 cm) karşılaştırıldığında, 45 cm sıra arası, parsellerde bütün gübre uygulamaları için bitkideki kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, 1000 tohum ağırlığı, tohum verimi ve yağ içeriği bakımından yükseltmiştir. Kontrol parsellerinde tohum verimleri 23 kg/da iken 5 kg/da azot ve 5 kg /da P_2O_5 uygulamasıyla tohum verimleri 58 kg/da'a yükseldiğini bildirmişlerdir.

Shawale ve ark. (1995), Hindistan'ın Maharshta/Dhule bölgesinde, 1989-92 yıllarında muson sezonunda yapılan tarla denemelerinde, Tapi (JLT-7) ve Hawari susam çeşitlerine ekimden üç hafta sonra, 2.5-5 N kg/da, ekimden 3 ve 6 hafta sonra 5 N kg/da uygulamalarının, iki eşit doza bölünerek verildiğinde, en yüksek verimin 54.1 kg/da ile iki eşit dozda, ekim ve ekimden üç hafta sonra uygulanan 5 kg N/da uygulamasından alınmış ve Tapi çeşidinin veriminin Hawari çeşidinin veriminden daha yüksek bulmuşlardır.

Agarwal ve ark. (1996), Hindistan'ın Uttar-Pradesh bölgesinde, tesadüf blokları deneme desenine göre kurdukları dört yıllık bir araştırmada, farklı kombinasyonlarda azot ve fosfor gübre dozlarının pirinç, mısır, susam, arpa ve buğday verimi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Dört yıllık veriler sonucunda en ekonomik azot ve fosfor dozları hesaplanmıştır. Sırasıyla buğday; 8.2-6.1, arpa; 7.3-3.7, susam: 2.4-3.6, mısır; 14.6-5.1 ve çeltik için 14.6-8.7 kg/da bulmuşlardır.

Balasubramaniyan (1996), Hindistan'ın Waridhachalam, Tamil Nedu bölgesinde, 1992-93 yıllarında yaz döneminde, kumlu-killi toprak yapısındaki deneme alanında, 2 susam genotipi (VS-350, TMV-3) 3.0, 4.5 ve 6.0x10⁵ bitki/ha olarak ekmiş ve 0, 6 ve 9 kg N/da uygulamıştır. VS-350 genotipinin verimi (71.1 kg/da) TMV-3

çeşidinin veriminden (63.6 kg/da) daha fazla olmuştur. Bitki sıklığı verimi fazla etkilememiş fakat 3 kg N/da verimi artırdığını bildirmişlerdir.

Patil ve ark. (1996), Hindistan'ın Maharashtra bölgesinde, 1988-90 yıllarında yapmış oldukları bir çalışmada, Padma susam çeşidini, 30 cm sıra arası 10 ve 15 cm sıra üzeri, 45 cm sıra arası 10 ve 15 cm sıra üzeri bitki arasındaki mesafe ekimlere 0-5 kg N/da uygulamış, en yüksek tohum verimini (58kg/da) 30x15 ekim aralıklı ile 5 kg N/da uygulanmasından almışlardır.

Mondal ve ark. (1997), Hindistan'da Batı Bengal- Kalyani'de, Farm Üniversitesinde kuru şartlarda 1992 yılında susamda yaptıkları çalışmada, dallanma, çiçeklenme ve süt olum döneminde 0, 3, 6, 9 ve 12 kg N/da uygulamışlardır. Susam bitki boyu, kuru madde yoğunluğu, bitki kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı, 1000 tohum ağırlığı, tane (tohum) yağ ve protein verimlerini incelemişlerdir. Sık sulanan ve azot uygulaması fazla olan alanda verim yüksek olurken hasat indeksinde azot uygulamaları önemli bulunmamış, fakat sulamanın hasat indeksi üzerindeki etkisi az olduğunu bildirmişlerdir.

Ashfaq ve ark. (2001) tarafından, Pakistan'ın Faisalabad bölgesinde, 1996-97 yıllarında, iki susam genotipine (92001 ve TS3) farklı oranlarda azot ve fosfor (0, 4, 8 ve 12 kg/da) uygulamışlardır. 12 kg/da azot ve 4 kg/da P₂O₅ uygulamalarında yağ ve protein oranı ile birlikte sap ve tohum verimi de önemli derecede artmıştır. Bu uygulamalara TS3 genotipi 92001 genotipinden daha yüksek tepki olduğunu bildirmişlerdir.

Narkhede ve ark. (2001) tarafından, Hindistan'da, Maharastra bölgesinde, yaptıkları çalışmada, susamın gelişme ve verimi üzerinde çiftlik gübresi ile makro ve mikro besin elementlerinin tepkisi araştırmışlardır. Kompoze halinde 40:30:20 kg NPK/ha ile çiftlik gübresi uygulamasının, susam verimi üzerindeki etkisi, NPK uygulamasının farklı oranlardaki mikro besin elementleriyle olan kombinasyonundan ve kontrol uygulamasından daha yüksek oranda olduğunu bulmuşlardır.

Attia (2002), Mısır 'ın Assiut Üniversitesinde tarla denemesi çalışmasında, Giza 32 susam çeşidine 0, 3.75, 7.5 m³/da çiftlik gübresi ve 0, 3.75, 7.5 kg P₂O₅/da gübreleri uygulamıştır. Bitkide kapsül sayısı, tohum verimi, kuru madde oranı ve toplam N, P ve Ca alımı, çiftlik gübresi ve super fosfat miktarına göre artış göstermiştir. Kombinasyon halindeki uygulamalar, susam verimi ve büyüme üzerindeki etkisi bu gübrelerin tek başına uygulamalarından daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Vikram (2007), yapmış oldukları bir araştırmada, köklerde oksin yardımcı bir gelişme rapor etmiş ve bitkinin üst kısımlarında azot ve fosfor seviyelerinin artmasına neden olduğunu göstermiştir.

Yardım (2009), toprakta bitkiler tarafından kolay yararlanılabilir şekilde bulunan NO_3 ve NH_4^+ miktarı, toplam azotun nadiren %1-2'nin üzerinde olduğunu, toprakta toplam azot içeriklerinin ise genellikle %0.05 ile %0.2 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Karadavut ve ark. (2011), Konya ilinde Fig tarımı yapılan bazı alanlarında makro ve mikro besin elementi içeriklerinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Çalışmanın yapıldığı alanlarda toprakların toplam azot, fosfor ve potasyum içerikleri sırasıyla %0.52 ile %1.62; 4.42 ile 22.13 ppm; 96 ile 1426 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Alak ve Müftüoğlu (2014), saksılarda mısır ile ilgili yaptığı bir çalışmada, toprakta alınabilir potasyum miktarları 0.022 g/kg ile 0.040 g/kg, bitki kökünde toplam potasyum değerleri 4.688 g/kg ile 7.231 g/kg, bitki gövdesinde toplam potasyum miktarı değerleri 18.273 g/kg ile 27.399 g/kg, toplam potasyum değerleri 22.986–33.541 g/kg arasında değiştiği tespit etmişlerdir.

Kuan ve ark. (2016), yapmış oldukları bir çalışmada, bitkilerin üst kısımlarında daha yüksek düzeyde azot ve fosfor bulmuşlardır.

Akören toprak özellikleri bakımından, Mesozoik, Tersier ve Kuaterner jeolojik zamanlarına ait kayalardan oluşmaktadır. Akören İlçesi'nde toprak ana maddesi andezit ve kumtaşı olup, üzerinde sıg ve çok sıg, taşlı, kalkersiz kahverengi orman toprakları oluşmuştur. Ana maddenin cinsi oluşturduğu toprağın kalınlığına büyük ölçüde etki yapmaktadır. Akören toprakları sıgılık, ince bünye, drenaj ve erozyon gibi sınırlayıcı faktörlere sahip olsalar bile, genellikle verimli arazilerden oluşmaktadır. Akören toprakları killi, killi-kumlu bir toprak tekstürüne sahip, pH'sı 6.9 ile 8.0 arasında olup ortalama pH 7.7 ile hafif alkalidir, tuz ortalaması %0.2, kireç ortalaması %12 ve organik madde ortalaması ise %1 civarında ve yetersizdir. Tarım yapılan arazilerin %64.4'ü hafif taşlı, %19'u orta taşlı ve %16.6'sı ise taşsız olduğu ve yine aynı arazinin meyil durumu olarak %68'i düz ve düze yakın (%0-2), %23.8'i hafif meyilli (%2 - 4) ve %7.4'ü orta meyilli (%4-8) olarak tespit edilmiştir (Çelebi ve ark., 2011).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Farklı fosfor miktarı ve bakteri uygulamasının (Şekil 3.1) susamın verim ve verim bileşenlerine etkilerinin belirlendiği çalışmada, Konya'nın Akören İlçesi'nde ekimi yapılan yerel susam (*Sesamum indicum* L.) tohumu kullanılmıştır. Denemede kullanılan fosfor çözen mikroorganizma (*Bacillus* sp. # 189) kültürleri Selçuk Üniversitesi, Çumra Meslek Yüksekokulu Laboratuvar Teknolojisi Programından temin edilmiştir.



Şekil 3-1. Denemede kullanılan fosfor çözen bakteri (*Bacillus* sp. # 189)

Bakteriyi tanımlamak için 16 S rRNA'yı kodlayan genin kısmı dizi analizi, bakteriyel evrensel primerler kullanılarak PCR amplifikasyonu (fD1: 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' ve rD1: 5' AAGGAGGTGATCCAGCC-3') ile gerçekleştirilmiştir. Gen bankası erişim numarası HM147237'dır (HM147237*Bacillus* sp. 189). PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu): PCR amplifikasyonu prensip olarak, hedef genin en azından bir tam kopyası bulunduğunda yapılabilir. Çok sayıda hedef gen kopya sayısı başarılı DNA amplifikasyon olasılığını arttırmaktadır. Hedef DNA yapısında herhangi bir hasar (örneğin kırılma) PCR amplifikasyonunu durdurmaktadır.

Bitki kökleri oluşurken bakteriler (*Bacillus* sp. # 189) köklere hızlı bir şekilde kolonize olup, kök yüzeylerini tamamen kaplayıp, sonra organik asitler

salgılanmaktadır. Bu nedenle rizosferin pH'sı düşmekte ve bitkilerin besin alımı artmaktadır. Bitki büyüdükçe mikroorganizmalar da toprağın derinliklerine doğru inmektedir. Genel olarak *Bacillus* sp. # 189 bakterisi 4×10^7 KOB/g olacak şekilde uygulamalar yapılmaktadır.

Makro besin elementi olan fosfor, bitkilerde generatif organların oluşumunda ve kök gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Fosfor, kireçli topraklarda bitkilerin faydalanamayacağı formlarda bulunabildiğinden bu topraklar için düşük pH'lı gübreler kullanılarak bitkilerin fosfordan faydalanmaları sağlanabilmektedir. Bitkiler çiçeklenme öncesi genç ve tohum oluşumu dönemlerinde fazla miktarda fosfora ihtiyaç duymaktadırlar. Fosfor enerji üretimi ve gen aktarımı gibi metabolizmik faaliyetleri de etkilemektedir. Fosforlu gübreler ekimden veya dikimden hemen önce veya ekim sırasında toprağa mutlaka gömülerek verilmelidir. Çok erken verilmesi halinde fosfor toprakta bitkinin hemen yararlanamayacağı şekle dönüşerek; bitki geliştikten sonra verilmesi halinde ise toprağın üstünde kalarak bitkiye yeterince yararlı olamamaktadır. Bu çalışmada Triple Süper Fosfat (%43 P_2O_5) ve Üre (%46 N) gübreleri (Şekil 3.2) azot ve fosfor kaynağı olarak kullanılmışlardır.

3.2. Yöntem

Çalışma, Konya'nın Akören İlçesi ekolojik koşullarında, 2018 ve 2019 yılları susam ekim dönemlerinde yapılmıştır. Deneme alanı her iki yılda da Mart ayında pulluk ile sürülmüş, Nisan ayında kazayağı-tırmık çekilerek düzeltilmiştir. Ekimden önce deneme alanının farklı yerlerinden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış, karıştırılmış toprak numunesi hazırlanarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında analiz edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 3.1'de verilmiştir. Deneme alanı hafif alkalın pH (7.75), tuzsuz, organik maddece fakir, orta kireçli, tınlı, toplam azot orta, fosfor ile potasyum ise fazladır.

Numune alma işleminden sonra dekara 5 kg sabit azot dozu üre formunda verilmiş ve çapa makinesi ile karıştırılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Denemeler bakteri uygulaması yapılan ve yapılmayan olmak üzere üç farklı fosfor dozu (0, 2, 4 kg P_2O_5 /da) ile dört tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur (Şekil 3.3).



Şekil 3-2. Azot ve Fosfor Kaynağı Olarak Triple Süper Fosfat ve Üre Gübterleri

Çizelge 3-1. Deneme alanına ait toprak örneğinin analiz sonuçları

Parametreler	Sonuçlar	Yorumlar	Metod
pH	7.75	Hafif alkalın	Saturasyonda
E.C. (mmhos/cm; 25 °C)	0.70	Düşük, tuzsuz	Saturasyonda
Toplam Tuz (%)	0.02	Tuzsuz	Saturasyonda
Org. madde (%)	1.41	Az	Walkley-Black
Kireç (Toplam CaCO ₃ ; %)	6.40	Orta kireçli	Scheibler
Bünye (mL)	49.5	Tınlı	Saturasyonda
Toplam azot (mg kg ⁻¹)	690	Az	Kjeldahl
Yarayırlı fosfor (mg kg ⁻¹)	32.0	Fazla	Olsen
Ekatrakte ed. potasyum (mg kg ⁻¹)	446	Fazla	A.Asetat-(AAS)

1 Kontrol	2 Bakterisiz (P2)	3 Bakterisiz (P4)	4 Kontrol
5 Bakterisiz (P4)	6 Kontrol	7 Bakterisiz (P2)	8 Bakterisiz (P4)
9 Bakterisiz (P2)	10 Bakterisiz (P4)	11 Kontrol	12 Bakterisiz (P2)
13 Bakterili (B)	14 Bakterili (BP4)	15 Bakterili (BP2)	16 Bakterili (B)
17 Bakterili (BP2)	18 Bakterili (B)	19 Bakterili (BP4)	20 Bakterili (BP2)
21 Bakterili (BP4)	22 Bakterili (BP2)	23 Bakterili (B)	24 Bakterili (BP4)

Şekil 3-3. Deneme planı

Ekimden önce susam çimlenme hızı ve gücünü belirlemek için ön çimlendirme denemesi yapılmış ve susam çimlenme oranının %99 ve çimlenme süresinin ise bir gün olduğu görülmüştür.

Denemede kullanılan fosfor çözen mikroorganizma (*Bacillus* sp. # 189) kültürleri susam tohumlarına bulaştırma işlemi ekimden hemen önce yapılmıştır (Şekil 3.4). Bakteri uygulaması yapılacak her parsel için 1 g kültür 50 ml su içinde tohumla birlikte karıştırılmış, daha sonra tohumlar çıkarılıp kurutularak ekime hazır hale getirilmiştir. Ayrıca bakteri uygulaması yapılacak parseller için 10 L suya 2 g bakteri kültürü karıştırılarak ekimden sonra bulaştırma işlemi tekrarlanmıştır.



Şekil 3-4. Bakteri (*Bacillus* sp. # 189) kültürlerinin susam tohumlarına aşılması

Deneme, parsel araları 50 cm olacak şekilde 2 m x 2.4 m boyutlarında, sıra araları 40 cm olmak üzere 6 sıradan oluşmuştur. Birinci yıl susam ekimi 5 Haziran 2018 tarihinde, ikinci yıl ise 1 Haziran 2019 tarihinde dekara 0.8 kg tohum olacak şekilde sıralara elle yapılmıştır (Şekil 3.5 ve 3.6). Ekimden sonra tohumun daha iyi çimlenmesi için toprak bastırılmıştır. Denemenin ikinci yılı aynı yere kurulmuş ve birinci yıl yapılan işlemler tekrarlanmıştır. Her iki deneme yılında parsellere sulama yapılmamış ve kimyasal ilaç kullanılmamıştır.



Şekil 3-5. Deneme alanında ekim işlemleri



Şekil 3-6. Deneme alanında ekim ve gübreleme işlemleri

Deneme alanında susam yetiştirme periyodunda, her iki yılda da üç farklı zamanda yabancı otlar elle ve çapa ile temizlenmiştir. Ancak susam çıkış gücünün, çimlenme hızına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Susamda çiçeklenme başladıktan sonra, kapsüller oluşmadan, her parselden bitki örnekleri alınmıştır (Şekil 3.7). Alınan bitki örnekleri Konya’da özel bir laboratuvarda analiz ettirilmiştir. Hasat bitkilerin alt yapraklarının sararıp döküldüğü, kapsüllerin kurumaya başladığı dönemde elle yapılmıştır. Susamlar demet haline getirilerek gölgede, temiz kağıtlar üzerine serilerek kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 3-7. Deneme alanında susam bitkileri ve ırrometreye ait görüntüler

Birinci yıl hasat 25 Eylül 2018 tarihinde, ikinci yıl ise 26 Eylül 2019 tarihinde yapılmıştır (Şekil 3.8). Ekim ile hasat arasında geçen gün sayısı birinci yıl 113 gün olurken ikinci yıl 118 gün olarak belirlenmiştir.



Şekil 3-8. Hasat işlemleri

Her iki yılda da susam hasatından sonra deneme alanındaki tüm parsellerin 3 farklı yerinden 0-30 cm derinlikte toprak örnekleri alınarak (Şekil 3.9 ve 3.10) karıştırılmış ve toprak numuneleri hazırlanarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında analiz edilmiştir.



Şekil 3-9. 2018 yılında hasat sonrasında toprak örneklerinin alınması



Şekil 3-10. 2019 yılında hasat sonrasında toprak örneklerinin alınması

Deneme süresince aşağıdaki gözlem ve ölçümler alınmıştır.

Dekara Verim (kg/da): Her parselin bitkileri hasat edilip tohumları tartılarak bulunmuştur. Elde edilen parsel verimleri kg/da birimine dönüştürülmüştür.

Toplam Bitki Boyu (cm): Hasattan sonra her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin kök ucu ile bitkinin en üst kısmı arası ölçülerek ortalamaları bulunmuştur.

Bitki Kök Boyu (cm): Hasattan sonra her parselden tesadüfi olarak alınan 10 bitkinin kökün en alt noktası ile bitkinin topraktan çıktığı kısım arası ölçülerek ortalamaları bulunmuştur.

Bitki Kapsül Sayısı (kapsül/bitki): Her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin kapsülleri sayılıp ortalamaları hesaplanmıştır.

Bitki Dal Sayısı (dal/bitki): Her parselde tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin ana gövde üzerindeki dalları sayılarak ortalaması bulunmuştur.

1000 Tohum Ağırlığı (g): Her parselden şansa bağlı olarak alınan ve sayılan 4 x 100 tane hassas terazide tartılıp ortalaması 2.5 ile çarpılarak hesap edilmiştir.

Kapsülde Tane Sayısı (tane/kapsül): Her parselde tesadüfi seçilen 10 bitkinin her birinden 5 adet kapsül içindeki tohumlar sayılmış, ortalamaları hesap edilmiştir.

Biyomas (g): Her parselin hasat edilen tüm bitkileri terazide tartılarak bulunmuştur (Şekil 3.11 ve 12).

Bitkide Toplam P: Susamda çiçeklenme başlangıcında (Şekil 3.13) her parselden tesadüfi olarak alınan bitki örnekleri laboratuvarında Yaş Yakma-Vanadomolibdofosforik Sarı Renk metodu ile analiz edilmiştir (Kacar, 1995).

Toprakta Alınabilir P: Susam hasatından sonra parsellerden alınan toprak örneklerinde yarıyışlı fosfor Olsen'in NaHCO_3 metoduyla çözelti hazırlandıktan sonra (Şekil 3.14 ve 15) ICP-AES ile saptanmıştır (Soltanpour ve Workman, 1981).



Şekil 3-11. Hasattan sonra kurutulmuş bitki örnekleri



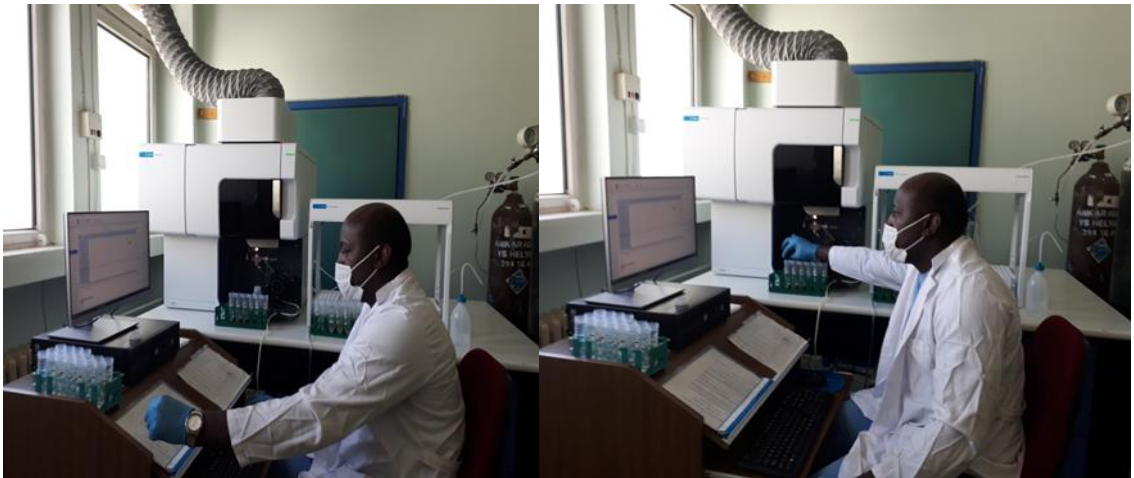
Şekil 3-12. Hasattan sonra bitkilerde gözlem ve ölçüm işlemleri



Şekil 3-13. Fosfor analizi için çiçeklenme döneminde alınan bitki örnekleri



Şekil 3-14. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında toprak analiz işlemleri



Şekil 3-15. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında ICP-AES ile toprak analiz işlemleri

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi için JUMP istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Akören yöresinde susam daha çok çiftçi ailelerinin kendi tüketimleri için yetiştirilmektedir. Akören’de çiftçiler susamı Haziran başında ekip Eylül sonu-Ekim başında hasat etmektedirler. Hasatta geç kalınması bölgede meydana gelen geç donlardan susamın zarar görmesine yol açmaktadır. Bunun için sonbaharda uygun zamanda susam hasatı yapılmakta, damlarda yada açık alanlarda örtü üzerinde susam bitkileri kurutulmakta, daha sonra da demetlerin çırpılması, tahta sopa yardımıyla vurularak kapsüllerin çatlatılması şeklinde harmanlanmaktadır. Akören’de susam yetiştiriciliği sulanmadan ve genellikle gübre uygulanmadan elle ekim şeklinde yapılmakta, yabancı otlar elle yolunarak uzaklaştırılmaktadır. Ortalama 20-25 kg/da verim elde edilmektedir. Susam değirmenlerde öğütülerek tahin haline getirilmektedir.

3.2.1. Deneme yeri ile iklim ve toprak özellikleri

Akören İlçesi İç Anadolu Bölgesi’nde, bağlı olduğu Konya İli’nin güney batısında ve 515 km²’lik yüz ölçümü ile 1.130 m rakıma sahiptir. Akören 37° 12’ - 37° 55’ kuzey enlemleri ile 32° 07’ - 32° 36’ doğu boylamları arasında, üç tarafı dağlarla çevrilidir. Akören’in kuzeyinde Meram, güneyinde Bozkır, batısında Seydişehir, doğusunda Çumra ve güney batısında Ahırlı ilçeleri bulunmaktadır. Akören’in en yüksek yeri 2.130 m ile Ulusivri Dağı olup, bu noktadan sonra Akdeniz Bölgesi başlamaktadır.

Tarla denemesinin farklı yerlerinden 0-30 cm’lik kısmından alınan toprak örneklerinden hazırlanan toprak numunesinin laboratuvar analiz sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir. İlgili Çizelgede de görüleceği gibi, deneme alanı hafif alkalın pH (7.75), düşük tuzlu, organik maddece fakir, orta kireçli, tınlı, toplam azot orta, fosfor fazla, potasyum ise yüksektir.

Deneme alanından alınan toprak örneklerinde aşağıdaki fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

pH: Jackson (1958)’a göre, toprak örneği saf su ile doyurulup 1 gece bekletilmiş, oluşan çamurdan pH cam elektrotlu pH-metre kullanılarak tayin edilmiştir.

EC: Richards (1954)’a göre, toprak örneği saf su ile doyurulup 1 gece bekletilmiş, oluşan çamurda iletkenlik aletiyle ölçülerek bulunmuştur.

Organik madde: Modifiye Walkley-Black yöntemine göre analiz edilmiştir (Walkley, 1947).

Kireç: Scheibler Kalsimetresinde seyreltik HCl ile muamele edilen topraktan çıkan CO₂ hacmi ölçülerek karbonat içeriği hesaplanmıştır (Allison ve Moodie, 1965).

Tekstür (Bünye; Mekanik analiz): Toprak örneğinin kil, silt ve kum fraksiyonları Bouyoucos (1951)'da belirtilen esaslara göre, hidrometre metodu ile belirlenmiştir.

Yarayışlı P: 0.5 M NaHCO₃ (pH 8.5) ekstraksiyon çözeltisinde spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1954); (Şekil 3.16 ve 3.17).



Şekil 3-16. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında çözelti hazırlama işlemleri



Şekil 3-17. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma Laboratuvarında toprak örneklerinde pH, EC ve kireç analizleri

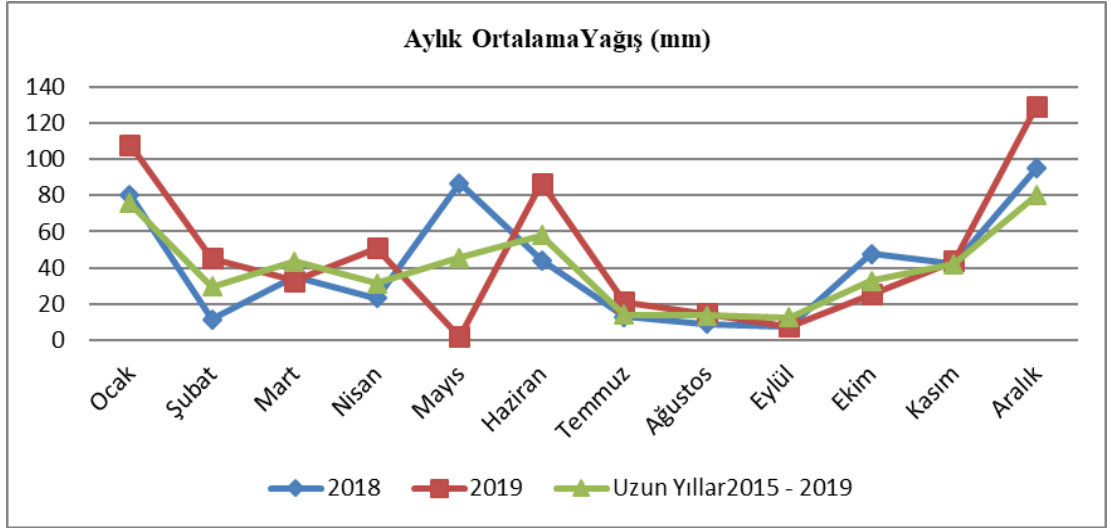
Akören İlçesi'ne ait Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilen deneme yılları ve uzun yıllara ait aylık ortalama sıcaklık, toplam aylık yağış ortalaması ve aylık ortalama nispi nem verileri Çizelge 3.2 ve bu verilere ait grafikler ise Şekil 3.18 3.19 ve 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3-2. Akören İlçesi'nin yağış, sıcaklık ve nispi nem verileri*

Parametre	Ortalama Sıcaklık (°C)			Aylık Toplam Yağış			Aylık Ortalama Nispi Nem		
	Ortalaması (mm)			Ortalaması (mm)			Ortalaması (%)		
AYLAR	2018	2019	Uzun	2018	2019	Uzun	2018	2019	Uzun
			Yıllar			Yıllar			Yıllar
Ocak	1.2	-0.1	-0.7	80.5	108.1	75.88	90.2	85.6	86.2
Şubat	6.2	3.8	3.3	11.4	45.1	29.6	75.3	75.5	77.5
Mart	10.3	6.2	7.4	35.4	32.8	43.36	60	62.4	64.7
Nisan	13.2	9	11.1	23.3	50.9	31.22	53.6	68.8	58.5
Mayıs	16.5	17.3	16	86.7	2	45.64	67.2	46	58.6
Haziran	20.2	20.5	19.9	44.1	86.7	57.88	56.4	56	57.3
Temmuz	24.1	22	23.6	13	20.9	13.8	40.8	45.7	39.7
Ağustos	23.7	22.6	23.7	9	14.7	13.72	37.5	46.4	41.9
Eylül	19.6	18.9	20	7.7	7.4	12.42	42.9	45	41.1
Ekim	13.3	15.3	13.9	47.6	25.2	32.8	61.7	55.6	56.6
Kasım	7.6	8.9	7.4	42.5	43.9	41.98	68.5	71.9	66.2
Aralık	3.2	3.4	1.6	94.8	128.9	79.86	83.9	85	83

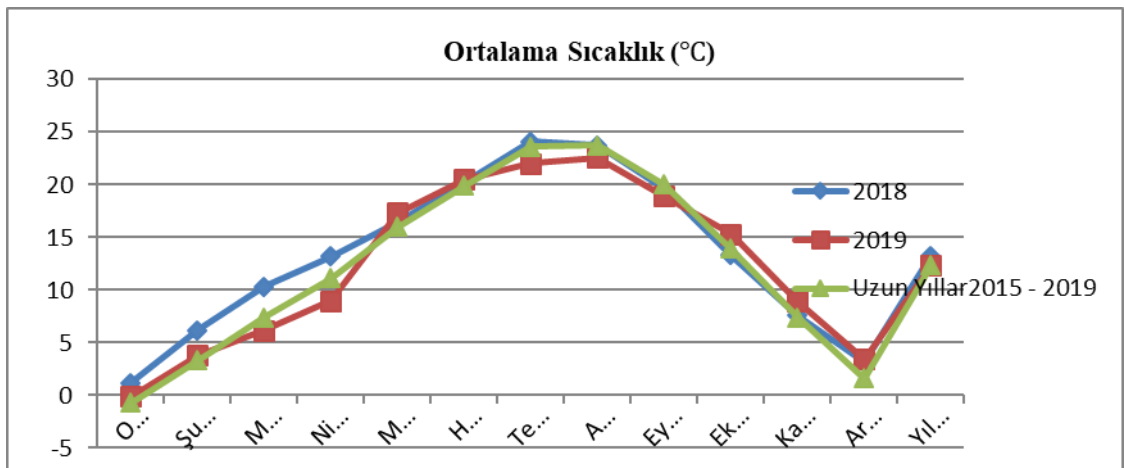
*: İklim verileri Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Çizelge 3.2'nin incelenmesinden de görüleceği gibi, Akören yöresinde 2018, 2019 ve uzun yılların yıllık yağış toplamaları sırasıyla 496 mm, 566.6 mm ve 478.16 mm olmuştur. Bu yıllarda (2018, 2019 ve uzun yıllar) susam yetiştirme döneminde (Haziran-Ekim ayları arası) toplam yağış sırasıyla 73.8 mm, 129.7 mm ve 97.82 mm olmuştur. Susamın vejetatif dönemindeki yağış miktarı 2019 yılı uzun yıllara göre yaklaşık %14, 2018 yılına göre ise %18.4 daha fazla olmuştur. Aynı dönemde 2018 yılı yağışları, uzun yıllara göre yaklaşık %4 daha düşüktür. Bu sonuçlara ait yağış eğrileri grafiği Şekil 3.18'de verilmiştir.



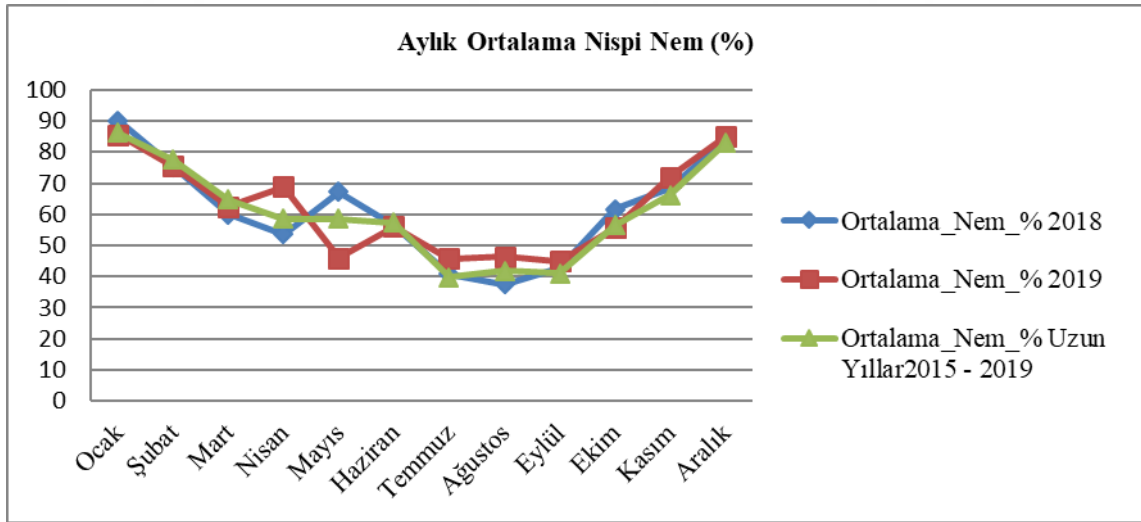
Şekil 3-18. Akören ilçesi aylık toplam yağış (mm) eğrisi

Çizelge 3.2’den görüleceği gibi, Akören bölgesinde, 2019 ve uzun yıllarda, ortalama sıcaklıklar arasında önemli bir fark bulunmazken, 2018 yılı (13.26 °C), 2019 yılı (12.32 °C) ve uzun yıllar ortalamalarına (12.27 °C) göre yaklaşık %8 daha fazla sıcaklık ortalamasına sahip olmuştur. Susam yetiştirme döneminde (Haziran ile Ekim arası) 2018 yılında aylık en yüksek ortalama sıcaklık 24.1 °C ve Temmuz ayında, 2019 yılında 22.6 °C ve Ağustos ayında kaydedilirken, uzun yıllar ortalamalarına göre 23.7 °C ve Ağustos ayında kaydedilmiştir. Susam yetiştirme dönemi 2018 ortalama sıcaklık değerleri 2019 yılına göre yaklaşık 1 °C daha fazla ölçülmüş uzun yıllar verileri ile aynı olmuştur. Bu sonuçlara ait ortalama sıcaklık eğrileri grafiği Şekil 3.19’da verilmiştir.



Şekil 3-19. Akören İlçesi’ne ait ortalama sıcaklık eğrisi

Çizelge 3.2’den görüleceği gibi, Akören yöresinde, 2018 (%61.5), 2019 (%62) ve uzun yıllarda (%61) havanın ortalama nispi nem arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Susam yetiştirme döneminde (Haziran ile Ekim arası) 2018 yılında aylık en yüksek ortalama nispi nem Haziran ayında (%56.4), en düşük Ağustos ayında (%37.5), 2019 yılında aylık en yüksek ortalama nispi nem Haziran ayında (%56), en düşük Eylül ayında (%45), uzun yıllara göre aylık en yüksek ortalama nispi nem Haziran ayında (%57.3) ve en düşük ise Temmuz ayında (%39.7) ölçülmüştür. Susam yetiştirme dönemi 2019 ortalama nispi nem değerleri (%48.27) 2018 yılı (%44.4) ve uzun yıllar verilerine (%45) göre yaklaşık %9 daha fazla hesaplanmıştır. Bu sonuçlara ait ortalama nispi nem eğrileri grafiği Şekil 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3-20. Akören İlçesi’ne ait aylık ortalama nispi nem (%) eğrisi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Semi arid bir bölge olan Konyanın Akören ilçesinde 2018-2019 susam yetiştirme döneminde yapılan bu araştırma da alınan gözlem ve ölçümlere ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları aşağıda sırasıyla verilmeye çalışılmıştır.

4.1. Deneme Alanı Topraklarının Yarayışlı Fosfor (mg P/kg) İçeriği

Bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda farklı fosfor dozlarının verim ve verim bileşenlerine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmaya ait varyans analiz sonuçlarından da görüleceği gibi, bakteri uygulaması $P < 0.01$ seviyesinde önemli çıkmıştır. Diğer interaksiyonlar arasında oluşan farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4-1. Uygulamaların toprağın yarayışlı P içeriği etkilerine ait varyans analiz sonuçları

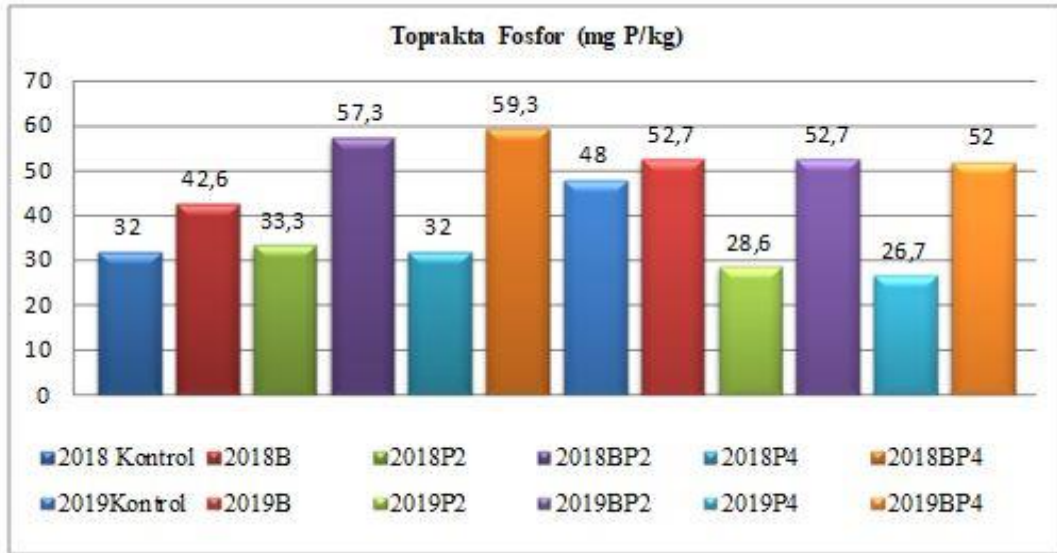
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplam	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	200.8927	1.8941	0.1789
Buyg	1	1246.3593	11.7512	0.0018**
Yıl x Buyg	1	28.8734	0.2722	0.6057
Puyg	2	9.8986	0.0467	0.9545
Yıl x Puyg	2	17.1343	0.0808	0.9226
Buyg x Puyg	2	51.1016	0.2409	0.7874
Yıl x Buyg x Puyg	2	24.2478	0.1143	0.8924

** %1, * %5

Hasat sonrası parsellerden alınan toprak örneklerinde yarayışlı fosfor (mg P/kg) miktarları Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4-2. Uygulamaların toprağın yarayışlı P (mg/kg) içeriğine etkileri

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	32.0	48.0	40.0
P2	33.3	28.6	31.0
P4	32.0	26.7	29.3
Bakterisiz Ortalama	32.4	34.43	33.4 ^b
B	42.6	52.7	47.7
BP2	57.3	52.7	55.0
BP4	59.3	52.0	56.0
Bakterili Ortalama	53.1	52.5	52.9 ^a
Genel Ortalama	42.7	43.5	43.2
LSD Buyg			6.07



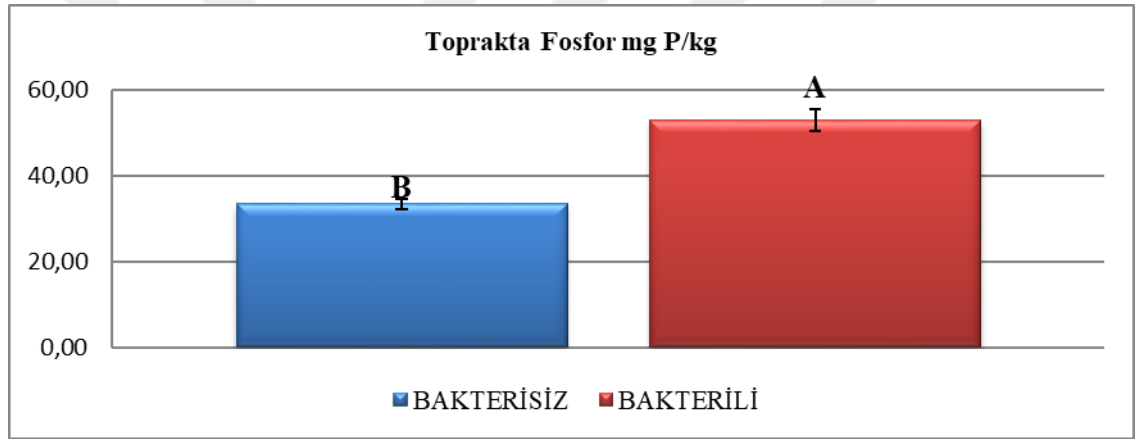
Şekil 4-1. Uygulamaların toprağın yarayırlı fosfor içeriğine etkileri

Toprakta en düşük fosfor değeri (26.7 mg P/kg) 2019 yılında P₄ dozunda, en yüksek fosfor değeri (59.3 mg P/kg) ise 2018 yılında, BP₄ uygulamasında elde edilmiştir. Ortalaması da 43.2 mg P/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1). Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait fosfor ortalamaları 29.3 mg P/kg ile 40.0 mg P/kg arasında, bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 47.7 mg P/kg ile 56.0 mg P/kg arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Bu sonuçlar Torrent ve Delgado (2001), Alpaslan ve ark. (1998) ve Canözer ve ark. (1984)'nın bulguları ile uyum göstermektedir. Bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki topraklarda yararlı fosfor seviyesi daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.2). Bakteri uygulamalarının topraktaki mevcut fosforu ve toprağa uygulanan gübre fosforunu faydalı hale getirdiği bilinmektedir. Aynı zamanda bakteriler, fosforu ham fosfat kayacında çözündürme yeteneğindedirler. Fosfor çözen bakteriler topraktaki faaliyetleri esnasında organik asitler salgırlar. Bu durum bitki rizosfer bölgesinin asitlilik oranını artırmaktadır. Salgılanan organik asitler topraktaki fosforu yarayırlı hale getirmektedir. Fosfor çözen mikroorganizmalar, bitkiler için fosfor sağlayan mekanizmaları geliştirmektedir. *Bacillus* sp. # 189 aynı anda hem bitki fosfor içeriğini hem de rizosfer toprağının-fosforunu önemli ölçüde artırır (Ögüt ve ark., 2010; Ögüt ve Er, 2015). Bazı toprak bakterileri fosforu çok az çözünür doğal fosfat minerallerinden özümseyebilir (Tardieux-Roche, 1966). Bu şekilde fosfor topraktan bitkiye transfer edilebilmektedir. Ayrıca bu çalışmadaki sonuçlar daha önce bakteri ile ilgili yapılan çalışmalarda elde

edilen bulgular ile uyum göstermektedir (Rodriguez ve Fraga, 1999; Lucia ve ark., 2014; Lopez ve ark., 2008).

Araştırmamızda fosfor çözen *Bacillus* sp. # 189 kullanılmıştır. Söz konusu bakterinin toprakta mevcut fosforu ve dışardan uygulanan fosforlu gübreleri bitkiye yarayışlı hale getirdiği bilinmektedir (Ögüt ve ark., 2010). Bu çalışma neticesinde , araştırmanın her 2 yılında bakteri uygulanan parsellerin hasat sonrası alınan toprak örneklerindeki fosfor içeriği, bakteri uygulanmayan parsellere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ortalama fosfor içeriği olarak 2. yıl sonuçları hem mikrobiyal gübre uygulaması yapılan hem de yapılmayan parsellerde daha yüksek çıkmıştır.

Bakterili ve bakterisiz uygulamaların, hasat sonrasında alınan toprak örneklerinin yarayışlı fosfor kapsamına etkileri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4-2. Bakteri ve fosfor uygulamalarının toprakta yarayışlı fosfor içeriğine etkisi

4.2. Bitkide Fosfor (% P)

Bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda farklı fosfor dozlarının verim ve verim bileşenlerine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmaya ait varyans analiz sonuçlarından da görüleceği gibi, bakteri uygulamasının bitkinin fosfor kapsamına etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4-3. Uygulamaların susamın fosfor içeriği etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	0.00252300	0.6143	0.4393
Buyg	1	0.01153200	2.8078	0.1042
Yıl x Buyg	1	0.00559008	1.3611	0.2525
Puyg	2	0.00438404	0.5337	0.5919
Yıl x Puyg	2	0.00141788	0.1726	0.8423
Buyg x Puyg	2	0.02430838	2.9593	0.0671
Yıl x Buyg x Puyg	2	0.00122204	0.1488	0.8624

** %1, * %5

Bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda farklı fosfor dozlarının verim ve verim bileşenlerine etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu araştırmada uygulamaların bitkinin fosfor içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Susam yetiştirme periyodu kısa olan bir bitkidir. Yapılan bu çalışmada vegetasyon süresi 113 ile 118 gün arasında değişmiştir. Bitki örnekleri ekimden yaklaşık 35-40 gün sonra çiçeklenme öncesi zamanda alınmıştır. İstatistiki anlamda uygulamaların önemsiz çıkmasında susam için örneklerin erken dönemde alınmasının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple yapılacak olan diğer çalışmalarda susam bitkisinde bakteri ve fosfor etkisinin belirlenmesinde kapsül oluşumu ve bitkilerin hasat olgunluğuna yaklaştığı bir dönemde de yapılması uygun olacaktır.

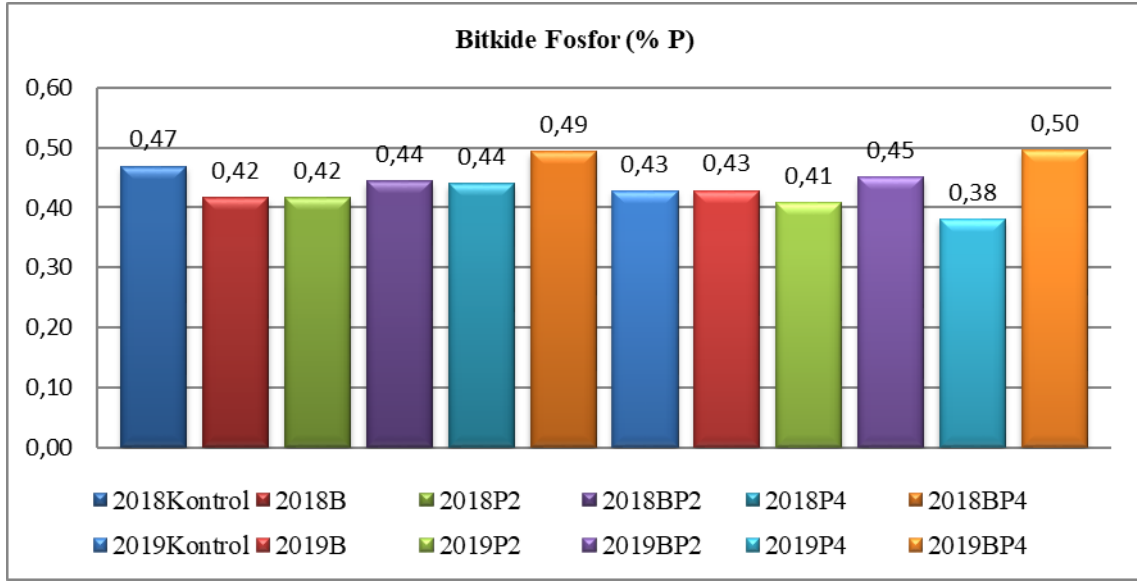
Uygulamaların bitkinin fosfor içeriğine etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4-4. Uygulamaların susam bitkisinin P (%) içeriğine etkileri

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	0.47	0.43	0.45
P2	0.42	0.41	0.41
P4	0.44	0.38	0.41
Bakterisiz Ortalama	0.44	0.41	0.42
B	0.42	0.43	0.42
BP2	0.44	0.45	0.45
BP4	0.49	0.50	0.49
Bakterili Ortalama	0.45	0.46	0.45
Genel Ortalama	0.45	0.43	0.44
LSD			ÖD

Bitkide en düşük fosfor değeri (%0.38) 2019 yılında bakterisiz ve P₄ uygulamasında, en yüksek fosfor değeri (%0.50) ise 2019 yılında bakterili ve P₄ uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.3). Ortalama fosfor ise %0.44 olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait fosfor ortalamaları %0.41 ile %0.45 arasında, bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar ise %0.42 ile %0.49 arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki bitkide fosfor yüzdelerinin ortalama değeri, bakteri uygulanmamış parsellerden daha yüksektir (Çizelge 4.4). Bakteriler topraktaki faaliyetleri sırasında sitrik, oksalik ve malik asit gibi organik asitler salgılamaktadırlar. Bu salgılar bitki rizofer bölgesinin yüksek pH'sını nötralize etmektedirler. Böylece salgılanan organik asitler topraktaki yarayışlı fosfor miktarını artırmaktadır. Bu durum bitkilerin toprakta bulunan yarayışlı fosforu daha fazla almasına sebebiyet vermektedir. Vikram (2007), köklerde oksin yardımcı bir gelişme rapor etmiş ve bitkinin üst

kısımlarında azot ve fosfor seviyelerinin artmasına neden olduğunu belirtmiştir. Namalı ve ark. (2017), toprakta bulunan mikroorganizmaların varlığında, buğday bitkisinin üst kısımlarındaki azot ve fosfor seviyeleri önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan ortalama sonuçlara göre, bulgularımız Namalı ve ark. (2017), Abbasi ve ark. (2015), Eşitken ve ark. (2003) ve Smith (2002)'in bulgularına benzerlik göstermektedir.



Şekil 4-3. Uygulamaların Susam Bitkisinin Fosfor (%) İçeriğine Etkileri

4.3. Toplam Bitki Boyu (cm)

Susamda toplam bitki boyu varyans analiz sonuçlarından da görüleceği gibi farklı dozlarda fosfor ve mikrobiyal gübre uygulanmasının yıllar arasındaki farkı $P < 0.01$ seviyesinde, mikrobiyal gübre uygulaması ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer uygulama ve interaksiyonlar önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4-5. Uygulamaların susamda toplam bitki boyu etkilerine ait varyans analiz sonuçları

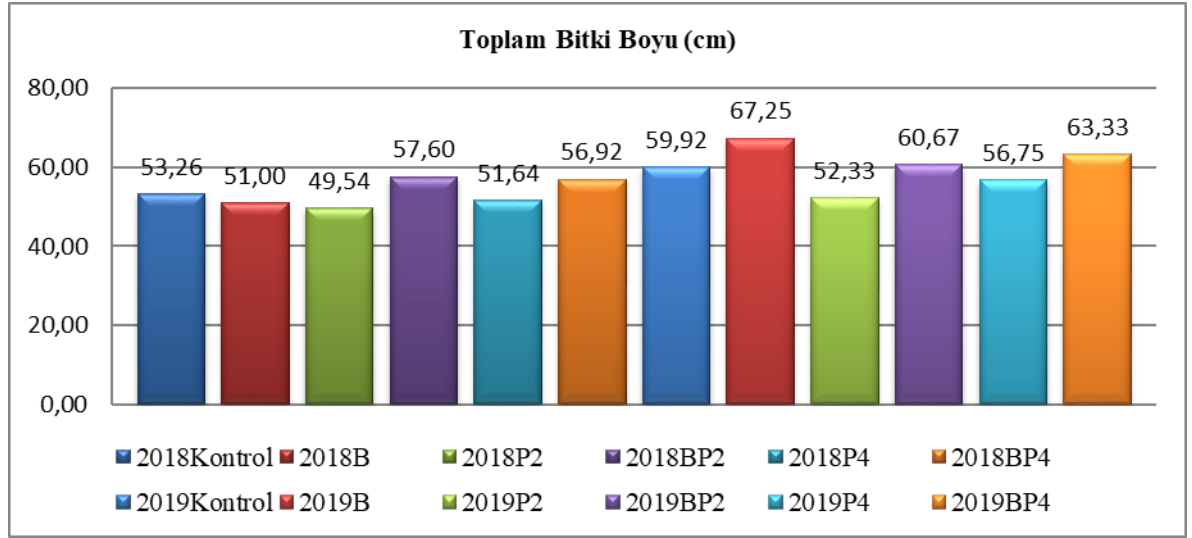
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	541.13947	10.3488	0.0031**
Buyg	1	370.06179	7.0771	0.0124*
Yıl x Buyg	1	41.66827	0.7969	0.3791
Puyg	2	69.18171	0.6615	0.5234
Yıl x Puyg	2	150.64005	1.4404	0.2527
Buyg x Puyg	2	64.91911	0.6208	0.5443
Yıl x Buyg x Puyg	2	52.22004	0.4993	0.6119

** %1, * %5

Uygulamaların susamda toplam bitki boyuna etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.6’da, ortalamalara göre şekiller ise Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4-6. Uygulamaların susamda toplam bitki boyu (cm) sonuçları

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	53.26	59.92	56.59
P2	49.54	52.33	50.94
P4	51.64	56.75	54.20
Bakterisiz Ortalama	51.48	56.33	53.90 ^B
B	51.00	67.25	59.13
BP2	57.60	60.67	59.14
BP4	56.92	63.33	60.13
Bakterili Ortalama	55.17	63.75	59.46 ^A
Genel Ortalama	53.33 ^b	60.04 ^a	56.69
LSD Buyg/ Yıl			4.63 / 4.26



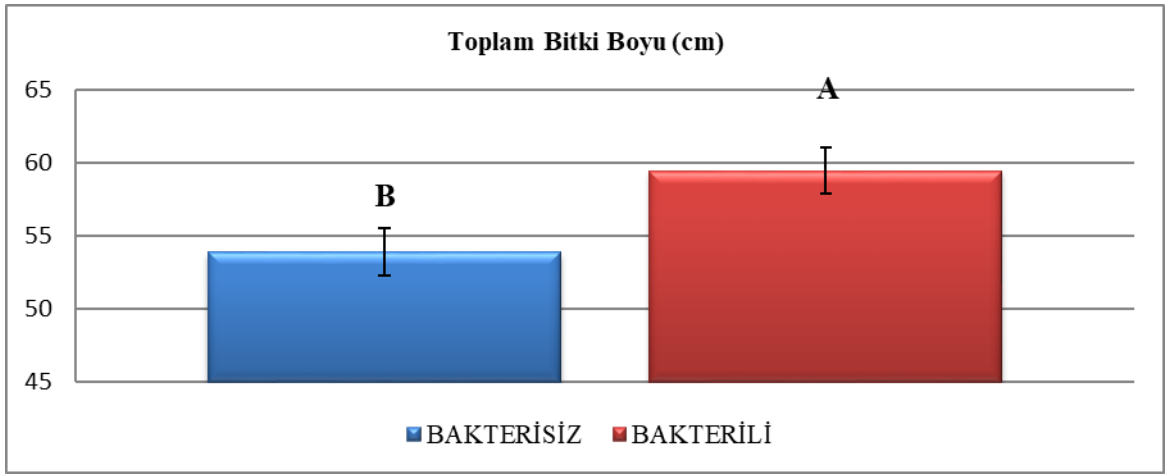
Şekil 4-4. Uygulamaların susamda toplam bitki boyu (cm) sonuçları

Bu çalışmada susamda en düşük toplam bitki boyu değeri (49,54 cm) 2018 yılında P₂ dozunda, en yüksek değer (67.25 cm) ise 2019 yılı bakteri uygulamasında elde edilmiştir. Ortalama toplam bitki boyu ise 56.69 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.4). Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 50.94 cm ile 56.59 cm arasında, bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar ise 59.13 cm ile 60.13 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.6). Bu çalışmada elde edilen toplam bitki boyu sonuçları Türkiyede daha önce susamla ilgili yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Ayvalı 2017, Çıkman 2008, Sağır 2007, Alperen 2003). Bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki toplam bitki boyu ortalama değeri, bakteri uygulanmamış parsellerden daha yüksektir (Şekil 4.5). Bu sonuç daha

önce bakteri uygulaması yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Garcia ve ark., 2015).

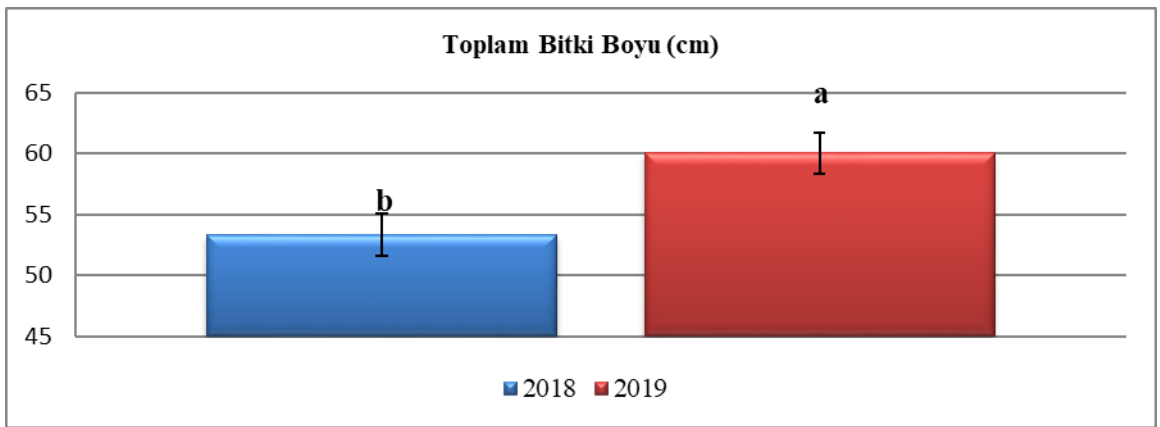
Yapılan bu çalışmada susamda toplam bitki boyu ikinci yıl ortalaması birinci yıla göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.6). İklim faktörleri içinde yer alan yağışın ikinci yıl daha yüksek olduğu görülmektedir. Susam yetiştirme döneminde (Haziran-Eylül) en yüksek yağış ve aylık nispi nem değerleri 2019 yılında meydana gelmiştir (Şekil 3.21). İkinci yıl yağışın yüksek olması bitki boyunu olumlu yönde etkilemiştir.

Bakteri ve fosfor uygulamalarının hasat sonrasında toplam bitki boyuna etkileri Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4-5. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Bitki Toplam Boyuna Etkileri

Uygulamaların yıllar itibariyle toplam bitki boyuna etkileri Şekil 4.6'de verilmiştir.



Şekil 4-6. Yılların Susam Toplam Bitki Boyuna Etkileri

Bacillus sp. # 189 aynı anda hem bitki fosfor içeriğini hem de rizosfer toprağının fosforunu önemli ölçüde arttırdığı daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Ögüt ve ark., 2010). Bakteri ve fosfor dozu uygulamasının susam bitkisi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada bitkide fosfor içeriği üzerine istatistiki olarak önemsiz bulunmuştu. Ancak uygulamaların toplam bitki boyu üzerine etkisinin önemli bulunması bitkide fosfor içeriği için farklı dönemlerde örnek alınarak analiz yapılması gerektiğini göstermektedir. Uygulamaların toplam bitki boyuna olan etkilerini daha iyi gözlemlemek için susam bitkisinin topraktan çıkış yaptığı andan itibaren seçilen bitkilerde hasata kadar düzenli olarak ölçümlerin yapılması ile belirlenmelidir.

4.4. Bitki Kök Boyu (cm)

Yapılan varyans analiz sonuçlarından da görüleceği gibi susamda farklı dozlarda fosfor ve mikrobiyal gübre uygulamasının kök boyu (cm) değerlerine etkisi yönünden, Yıl x Fosfor dozu arasındaki fark ($P < 0.01$) seviyesinde, yıllar ve mikrobiyal gübre arasındaki fark ($P < 0.05$) seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer uygulamalar ve interaksiyonlar ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4-7. Uygulamaların susam kök boyu etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	8.898148	4.9303	0.0341*
Buyg	1	9.981739	5.5307	0.0254*
Yıl x Buyg	1	0.617541	0.3422	0.5630
Puyg	2	4.885417	1.3535	0.2737
Yıl x Puyg	2	20.385417	5.6476	0.0083**
Buyg x Puyg	2	1.281764	0.3551	0.7040
Yıl x Buyg x Puyg	2	7.331147	2.0310	0.1489

** %1, * %5

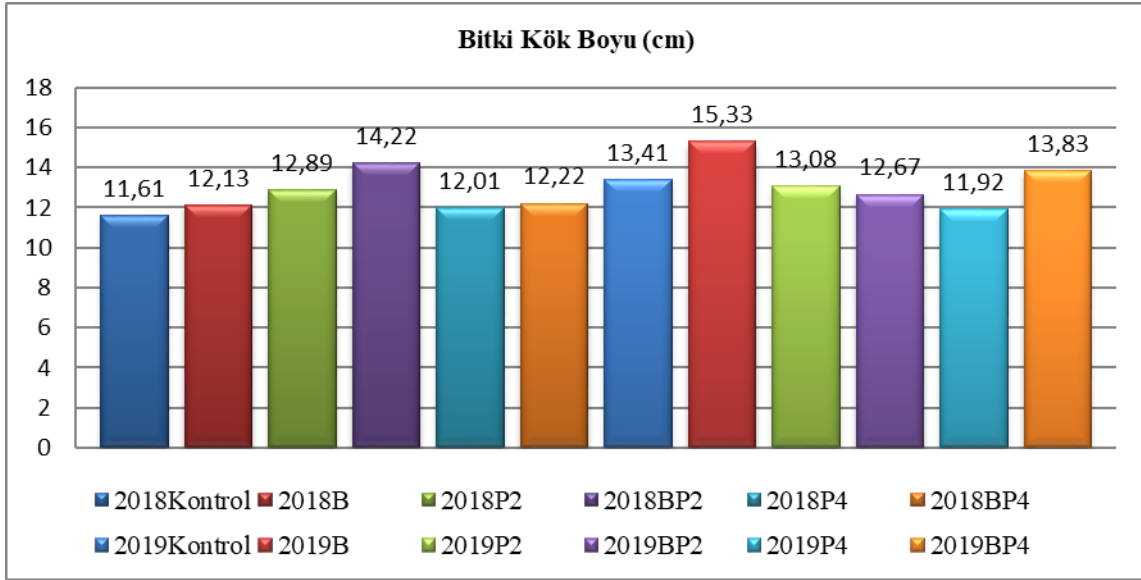
Mikrobiyal gübre ve fosfor dozları uygulamalarının susamda kök boyuna etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.8’de, ortalamalara göre şekiller ise Şekil 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4-8. Uygulamaların susam kök boyuna (cm) ait sonuçlar

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	11.61	13.41	12.51
P2	12.89	13.08	12.99
P4	12.01	11.92	11.97
Bakterisiz Ortalama	12.17	12.81	12.49 ^B
B	12.13	15.33	13.73
BP2	14.22	12.67	13.44
BP4	12.22	13.83	13.03
Bakterili Ortalama	12.86	13.94	13.40 ^A
Genel Ortalama	12.51 ^B	13.38 ^A	12.94
LSD Yıl/ Buyg			0.79 / 0.79

Çizelge 4-9. Bakteri ve fosfor dozu uygulamalarında fosforun susam kök boyuna (cm) ait sonuçlar

Yıl x Fosfor dozu	2018	2019
Kontrol+B	11.87 ^c	14.38 ^a
P2+BP2	13.56 ^{ab}	12.88 ^{bc}
P4+BP4	12.12 ^c	12.88 ^{bc}
LSD		1.37



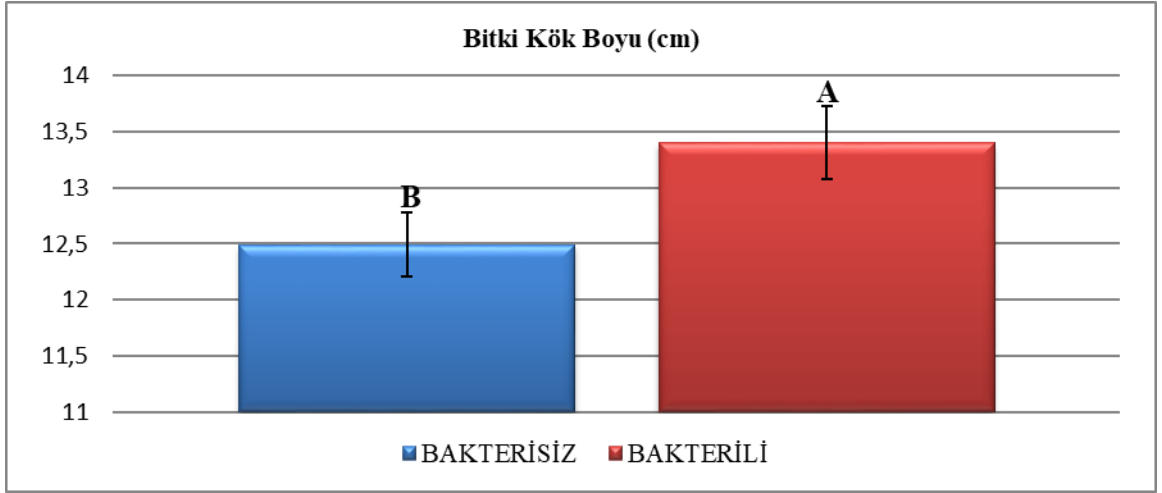
Şekil 4-7. Uygulamaların Susam Kök Boyuna Etkileri İle İlgili Sonuçlar

Bu araştırmada susamda en düşük bitki kök boyu değeri (11,61 cm) 2018 yılında kontrolde, en yüksek değer ise (15,33 cm) 2019 yılında bakterili ve fosfor 0 kg P₂O₅/da uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.7). Ortalama bitki kök boyu ise 12.94 cm olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 11.97 cm ile 12.99 cm arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 13.03 cm ile 13.73 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.8). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir (Ayvalı 2017; Çıkman 2008; Sağır 2007; Alperen 2003). Bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki susam kök boyu ortalama değeri, bakteri uygulaması yapılmayanlara göre daha yüksektir (Şekil 4.8). Bu sonuçlar daha önce bakteri ile ilgili yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Garcia ve ark., 2015; Lizarazo ve ark., 2015).

Yapılan bu çalışmada susamda bitki kök boyu ortalaması yönünden yıllar arasında fark önemli bulunmuştur (Şekil 4.9). Susam bitki boyu ile kök boyu arasında doğrusal bir ilişki vardır. Toplam bitki boyu arttıkça kök boyu da artmaktadır. Artan toplam bitki boyuna göre bitkinin yatmaması ve dik durabilmesi için daha güçlü bir kök

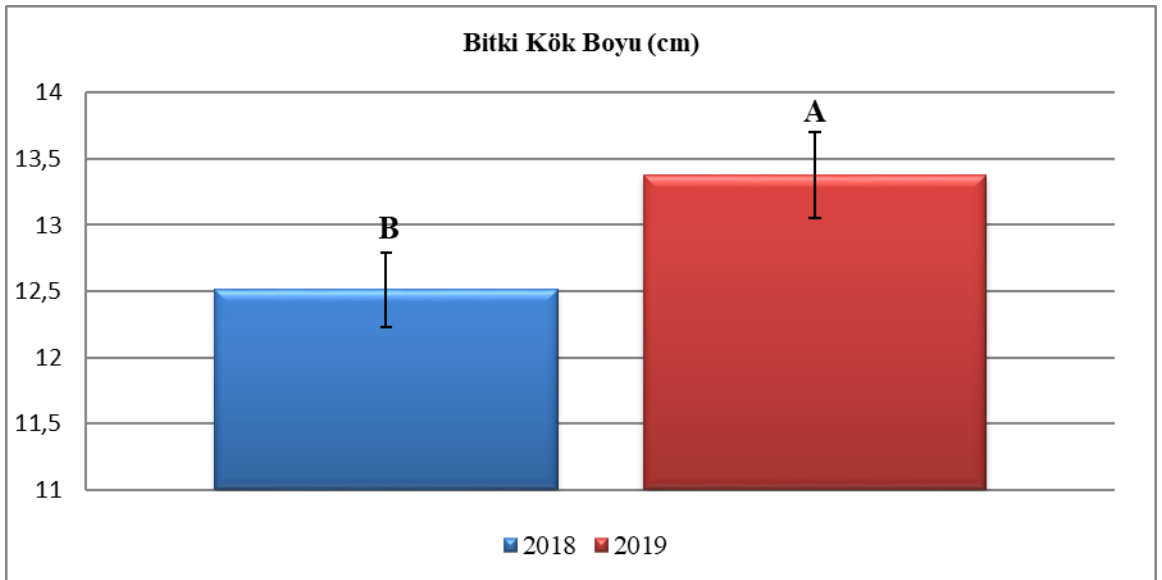
boyuna ihtiyaç bulunmaktadır. Bu sebeble toplam bitki boyu sonuçları ile kök boyu sonuçları arasında bir uyum görülmektedir.

Bakterili ve bakterisiz uygulamaların hasat sonrasında susamda kök boyları Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4-8. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Susam Kök Boyuna Etkileri

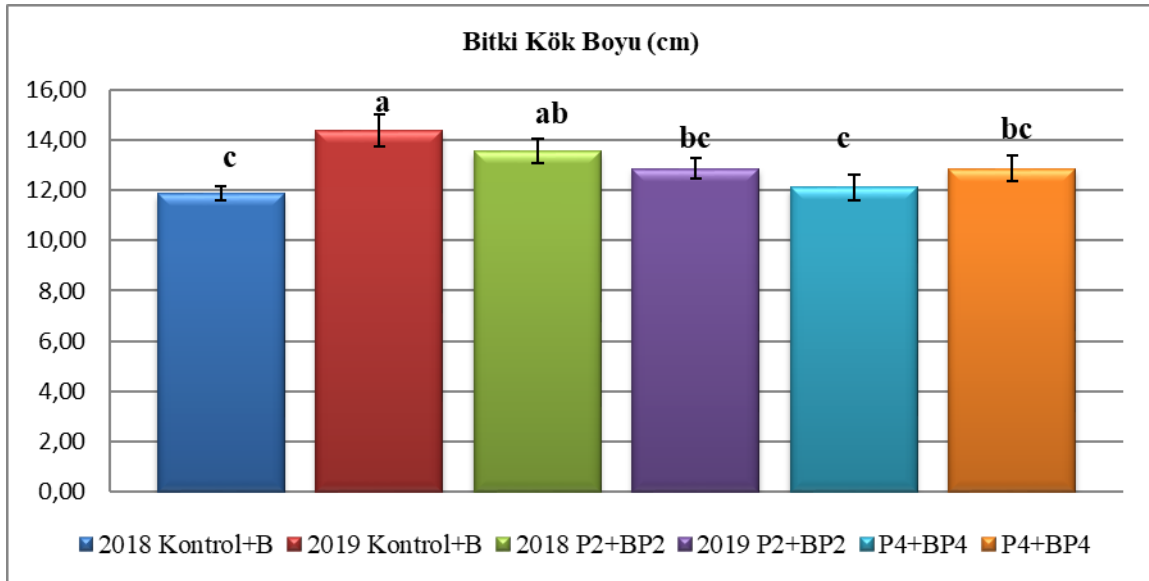
Uygulamaların susamda yıllar itibariyle susam kök boyuna etkileri Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4-9. Yılların Susam Kök Boyuna Etkileri

Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10 görüleceği gibi, fosfor dozu x yıl interaksiyonuna bakıldığında en yüksek susam kök boyu ortalama değeri (14.38 cm) 2019 yılında ve

kontrolde (fosfor 0 Kg/da dozunda) elde edilirken, en düşük değeri (11.87 cm) 2018 yılında ve kontrolde (fosfor 0 Kg/da dozunda) elde edilmiştir.



Şekil 4-10. 'Yıl X Fosfor Dozu' İnteraksiyonunun Susam Kök Boyuna Etkileri

Mikrobiyal gübre uygulamaları bitkilerin sitokinin gibi hormon seviyelerine, lateral ve kılcal köklerinin oluşumuna önemli ölçüde katkıda bulunduğu bilinmektedir. Yıl ve bakteri uygulamasının önem seviyesinin yüksek olmasına, denemenin ikinci yılının yağışlı geçmesinin etkisi bulunmaktadır. İkinci yıl yağışlarının birinci yıla göre fazla olması, toprakta olduğu gibi, havanın da nispi neminin yükselmesine neden olmuştur. Bu durum toprakta özellikle rizosfer bölgesinde kök gelişimi için daha uygun koşullar oluşmasını sağlamıştır. Oluşan ortam toprağa uygulanan bakterilerin biyolojik aktivitelerini artırmış bitkilerin kök gelişimine olumlu etki sağlamıştır. Benzer durum fosfor içinde geçerlidir. Biyolojik faaliyeti artan bakterilerin uygulanan fosfor dozları üzerine olan etkisinde arttığı düşünülmektedir.

4.5. Bitki Boyu (cm)

Farklı fosfor dozlarının bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda verim ve verim bileşenlerine olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmada bitki boyu ortalamalarına ait yapılan varyans analiz sonuçlarında da görüleceği gibi, yıllar ve mikrobiyal gübre uygulamaları arasındaki fark $P < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer uygulamalar ve interaksiyonlar arasındaki farklar önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4-10. Uygulamaların bitki boyuna etkilerine ait varyans analizi

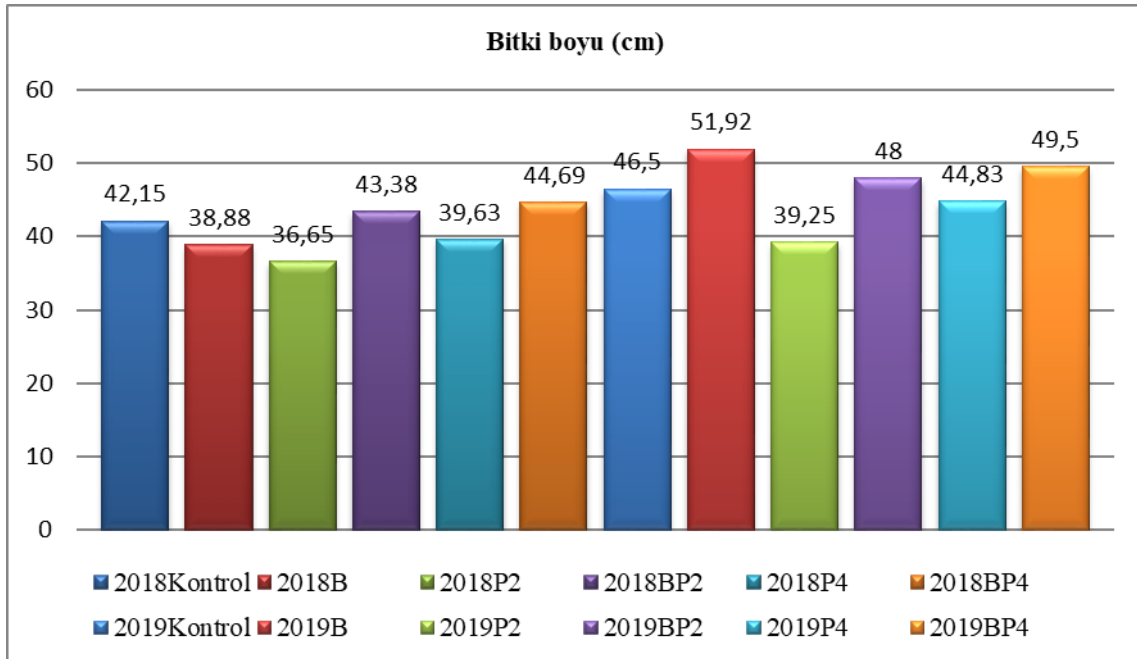
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	399.63021	18.1258	0.0002**
Buyg	1	249.29019	11.3069	0.0021**
Yıl x Buyg	1	35.49698	1.6100	0.2142
Puyg	2	92.68171	2.1019	0.1399
Yıl x Puyg	2	55.18171	1.2514	0.3006
Buyg x Puyg	2	89.46618	2.0289	0.1491
Yıl x Buyg x Puyg	2	44.37050	1.0062	0.3776

** %1, * %5

Farklı fosfor dozlar ve bakteri uygulamalarının susamda bitki boyuna (cm) etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.11’de, ortalamalara göre şekiller ise Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4-11. Uygulamaların bitki boyuna (cm) etkileri

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	42.15	46.50	44.33
P2	36.65	39.25	37.95
P4	39.63	44.83	42.23
Bakterisiz Ortalama	39.48	43.53	41.50 ^b
B	38.88	51.92	45.40
BP2	43.38	48.00	45.69
BP4	44.69	49.50	47.10
Bakterili Ortalama	42.31	49.80	46.06 ^a
Genel Ortalama	40.90 ^b	46.67 ^a	43.78
LSD Yıl/ Buyg			2.77 / 2.77

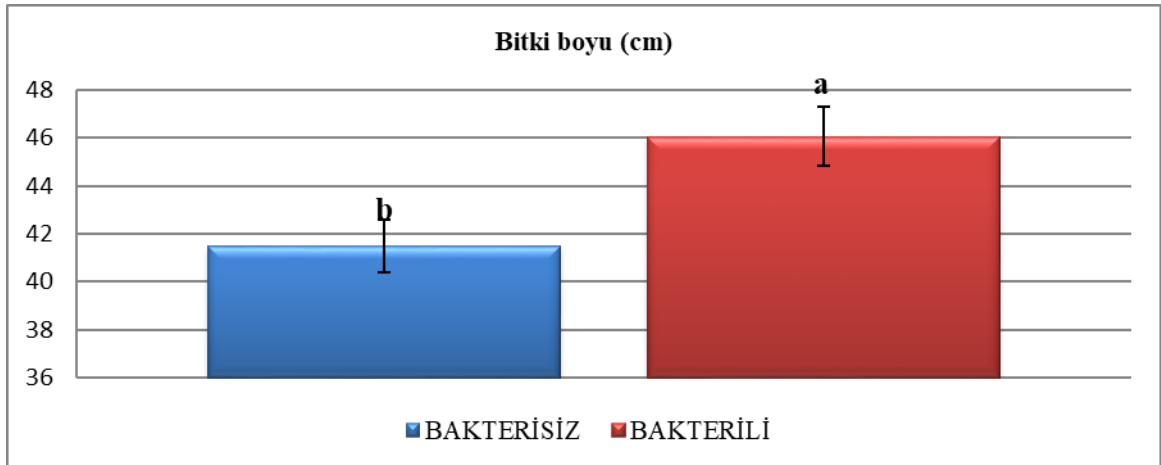


Şekil 4-11. Uygulamaların Bitki Boyuna (Cm) Etkileri İle İlgili Sonuçlar

En düşük bitki boyu değeri susamda (36.65cm) 2018 yılında P₂ düzeyinde, en yüksek değeri (51,92 cm) ise 2019 yılında bakterili ve fosfor 0 kg P₂O₅/da uygulamasında elde edilmiştir. Ortalama bitki boyu ise 43.78 cm olarak bulunmuştur (Şekil 4.11). Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 37.95 cm ile 44.33 cm arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 45,40 cm ile 47.10 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.11). Bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki bitki boyu ortalama değeri, bakteri uygulanmamış parsellerden daha yüksektir (Şekil 4.12). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir (Ayvalı 2017; Çıkman 2008; Sağır 2007; Alperen 2003). Garcia ve ark. (2015), sap, kök uzunluğu ve kuru ağırlık yönüyle üç bakteri cinsinin bitki büyüme uyarıcıları olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada, bakterilerin bitki boyu ve kök uzunluğu üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu görülmektedir. Bakteri uygulanan parsellerdeki bitki boyu ortalamaları, bakteri uygulamayanlara göre daha yüksek bulunmuştur.

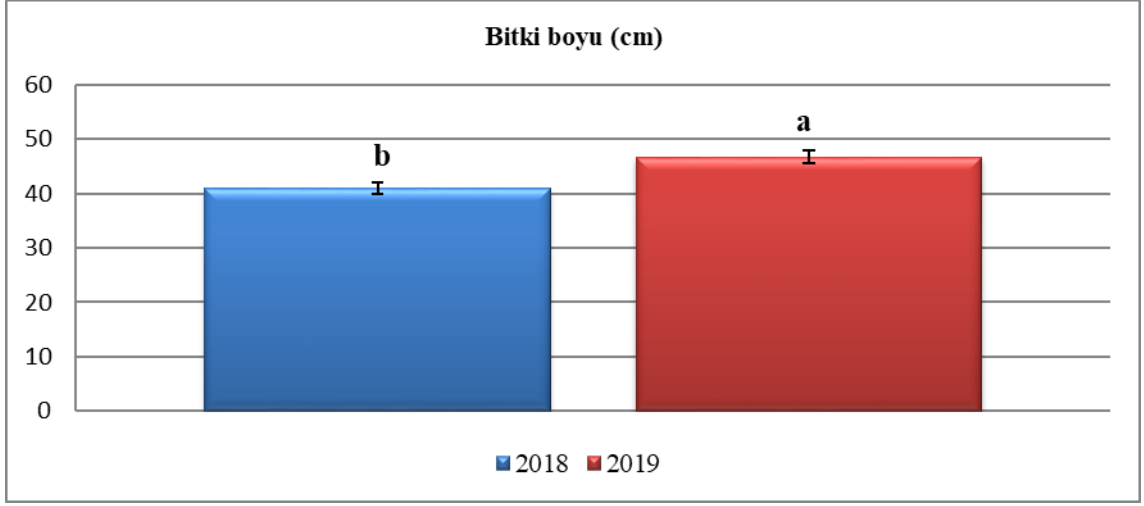
Yapılan bu çalışmada yıllar arasında bitki boyu yönünden farklılıklar oluşmuştur. Akören de 2019 yılı susam yetiştirme dönemi yağışlarının, 2018 yılına göre daha fazla olduğu (Şekil 4.13) görülmektedir.

Bakterili ve bakterisiz uygulamaların hasat sonrasında ölçülen bitki boyları Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4-12. Bakteri Ve Fosfor Uygulamalarının Susam Bitki Boyuna (Cm) Etkileri

Uygulamaların yıllar itibariyle susamda bitki boyuna (cm) etkileri Şekil 4.13’te verilmiştir.



Şekil 4-13. Yılların Susam Bitki Boyuna Etkileri

Bu çalışmada denemenin her iki yıl ortalamaları incelendiğinde bakteri uygulanan parsellerdeki bitki boyu, fosfor dozu artışı ile düzenli bir yükseliş gösterirken, bakteri uygulanmayan parsellerde fosfor dozu artışı ile bitki boyu arasındaki artışlar düzensiz olmuştur. Bu durum bakterinin fosforlu gübre kullanımında responsu olumlu etkilediğini göstermektedir. Bitki boyu ile kök boyu arasında bir ilişki vardır. Bitki boyu arttıkça kök boyunun ve kök alan endeksinin artması beklenir. Özellikle susam gibi dallanan ve kapsüllü bitkilerde artan toprak üstü haciminin yatma sorunu oluşturmaması için dengeli bir kök dağılımına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada bakteri uygulamasının kök boyu üzerine etkilerinin de olumlu bulunması bu ilişkiyi göstermektedir. Bakteri uygulaması bitki köklerine olumlu etki yaparken aynı zamanda bitki boyunuda olumlu etkilemiştir.

4.6. Bitkide Kapsül Sayısı (Adet)

Bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda farklı fosfor dozlarının verim ve verim bileşenlerine olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu araştırmada bitki kapsül sayısı ortalamalarına ait yapılan varyans analiz sonuçlarında da görüleceği gibi, çalışmada yıl, bakteri uygulamaları, fosfor uygulamaları, yıl x mikrobiyal gübre uygulamaları, yıl x fosfor uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak $P < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer interaksiyonlar arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.12).

Uygulamaların susamda kapsül sayısına etkileri ile ilgili ortalama değerler Çizelge 4.13'te, Bakteri x Yıl ve Yıl x Fosfor interaksiyon değerleri Çizelge 4.14 ve

4.15 te ortalamalara göre şekiller ise Şekil 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4-12. Uygulamaların bitkide kapsül sayısına etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	355.25014	22.5904	<0.0001**
Buyg	1	279.93070	17.8008	0.0002**
Yıl x Buyg	1	452.74320	28.7899	<0.0001**
Puyg	2	286.19792	9.0997	0.0008**
Yıl x Puyg	2	456.27199	14.5072	<0.0001**
Buyg x Puyg	2	19.15625	0.6091	0.5504
Yıl x Buyg x Puyg	2	23.31366	0.7413	0.4850

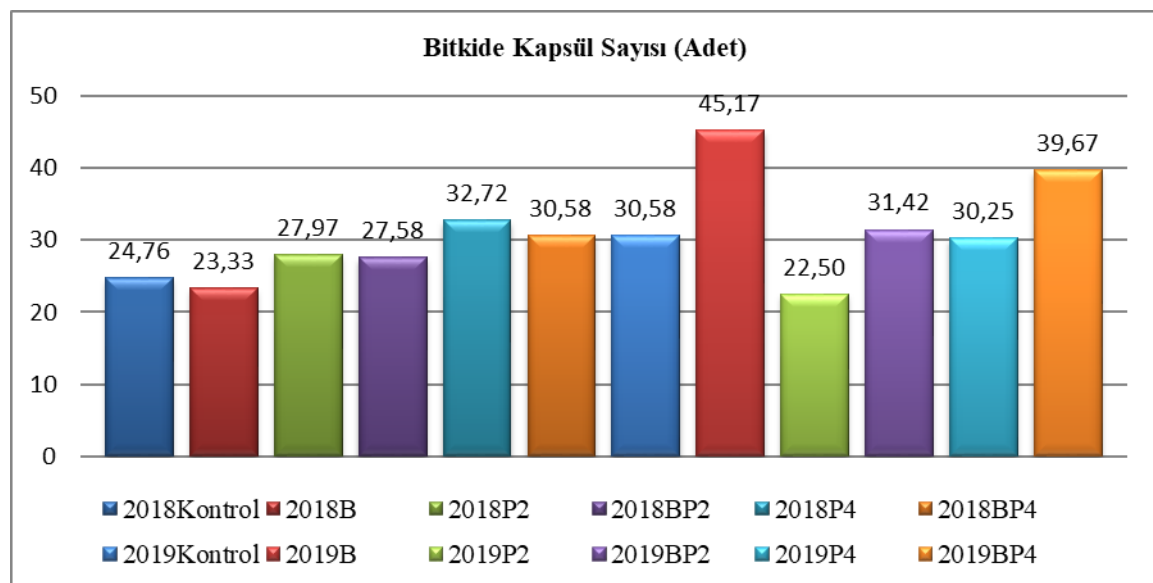
** %1, * %5

Çizelge 4-13. Uygulamaların susamda kapsül sayısına (adet) ait sonuçlar

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	24.76	30.58	27.67
P2	27.97	22.50	25.23
P4	32.72	30.25	31.48
Bakterisiz Ortalama	28.48 ^b	27.78 ^b	28.13 ^b
B	23.33	45.17	34.25
BP2	27.58	31.42	29.50
BP4	30.58	39.67	35.13
Bakterili Ortalama	27.17 ^b	38.75 ^a	32.96 ^a
Genel Ortalama	27.82 ^b	33.26 ^a	30.54
LSD Yıl/ Buyg/ Yıl x Buyg	2.34 / 2.34/ 3.31		

Çizelge 4-14. Uygulamaların susamda kapsül sayısında Yıl x Bakteri interaksiyon sonuçları

Fosfor dozu	Bitki Kapsül Sayısı
2018-2019 Kontrol+B	30.96 ^a
2018-2019 P2+BP2	27.37 ^b
2018-2019 P4+BP4	33.30 ^a
LSD	2.86

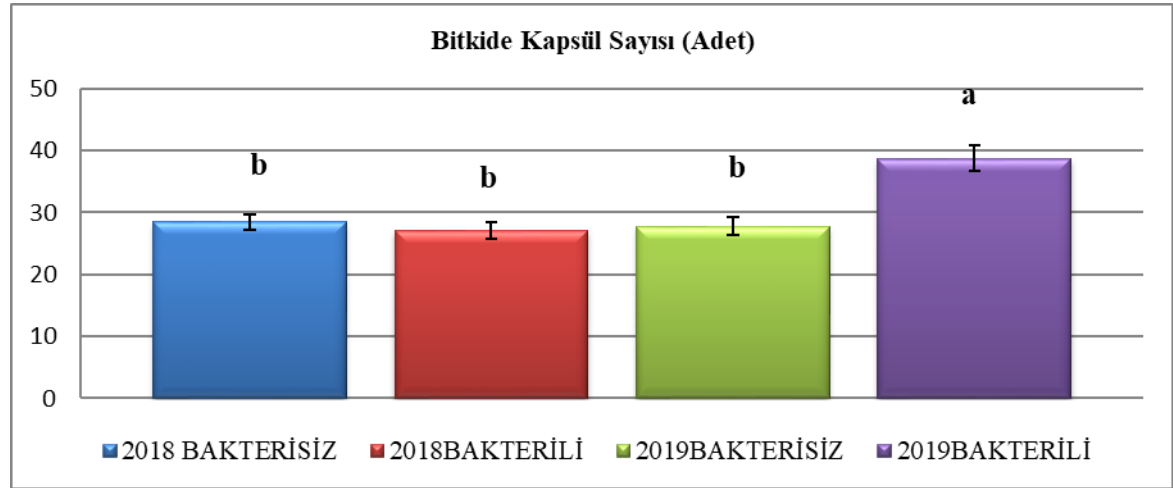


Şekil 4-14. Uygulamaların Susamda Kapsül Sayısına (Adet) Ait Sonuçlar

Susamda en düşük kapsül sayısı değeri (22.50) 2019 yılında P₂ dozunda, en yüksek değer ise (45.17) 2019 yılında bakterili ve fosfor 0 kg P₂O₅/da uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.14). Ortalama bitkide kapsül sayısı ise 30.54 olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 27.67 ile 31,48 arasında değişirken bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 29.50 ile 35.13 arasında değişmiştir (Çizelge 4.13). Elde edilen bu bulgular (Misganaw ve ark.; 2015) sonuca benzerlik göstermektedir. Bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki susamda kapsül sayısı ortalama değeri, bakteri uygulanmamış parsellerden daha yüksektir (Şekil 4.16). Kapsül sayısı çeşit, ekolojik faktörler ve yetiştirme tekniği uygulamalarına göre çok önemli ölçüde değişebileceği bilinmektedir. Bakteri uygulaması topraklarda bitki besin elementlerini daha yararışlı hale getirmektedir. Bu sebeple bakteri uygulanan parsellerde bitki kapsül sayısı artış göstermektedir.

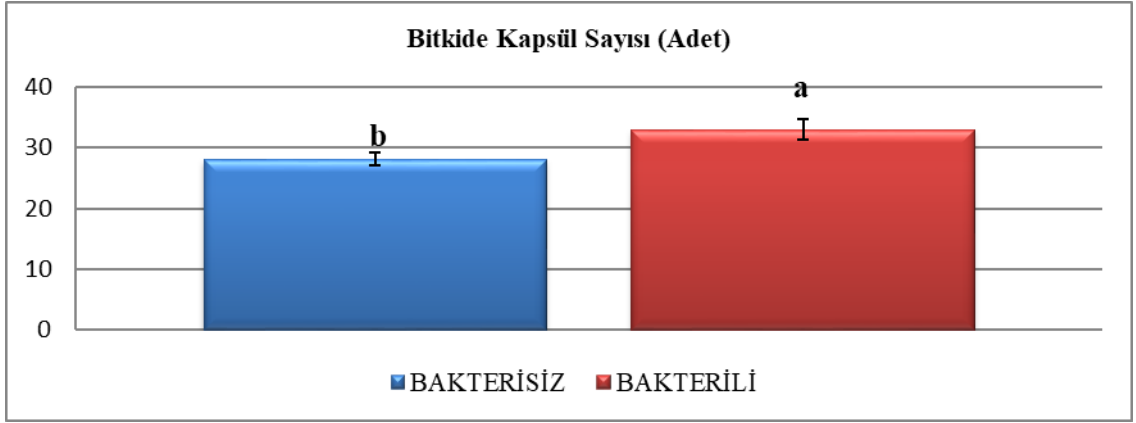
Yapılan bu çalışmada ikinci yıl bitki kapsül sayısı ortalama değeri birinci yıla göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.17). İkinci yıl ekolojik koşulların susam yetiştiriciliği için daha uygun bir yıl olduğu iklim verilerinden anlaşılmaktadır.

Bakterili ve bakterisiz uygulamaların yıllar itibariyle hasat sonrasında susamda kapsül sayısı Şekil 4.15'te verilmiştir.



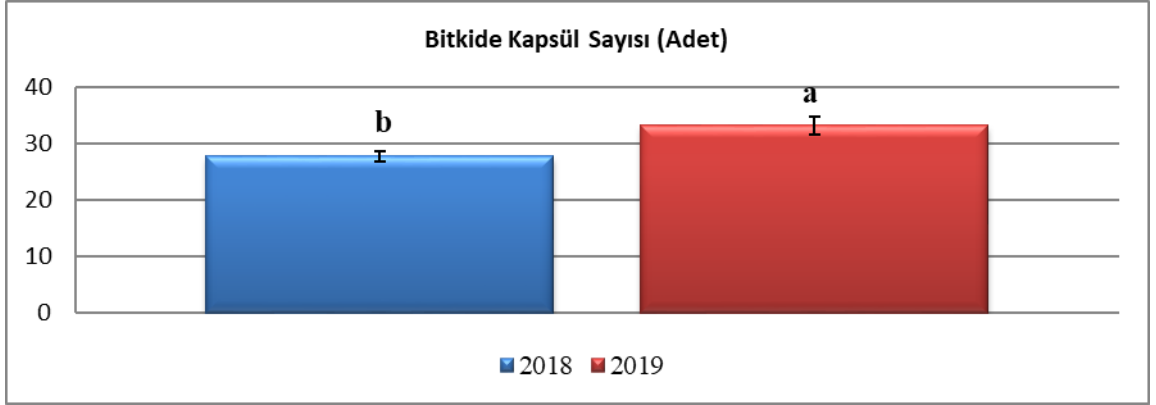
ŞEKİL 4-15. 'Yıl X Bakteri' İnteraksiyonunun Bitki Kapsül Sayısına Etkileri

Bakteri ve fosfor dozu uygulamalarının bitkide kapsül sayısı değerleri hasat sonrasında tespit edilmiş ve Şekil 4.16'da verilmiştir.



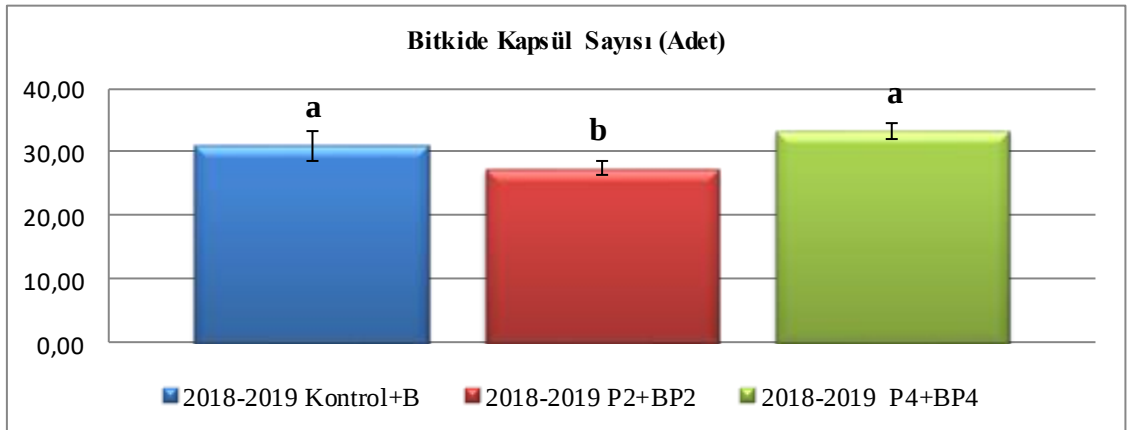
Şekil 4-16. Bakteri ve Fosfor uygulamalarının susam kapsül sayısına etkileri

Uygulamaların yıllar itibariyle susamda kapsül sayısını etkileri Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4-17. Yılların Susam Kapsül Sayısına Etkileri

Şekil 4.18 ve Çizelge 4.14 görüleceği gibi, deneme yılları ortalama değerlerine göre fosfor dozu sonuçlarına bakıldığında, en yüksek bitki kapsül sayısı ortalama değeri 33.30 adet, en düşük değer 27.37 adet arasında değişmiş LSD ise 2,86 olarak hesaplanmıştır.

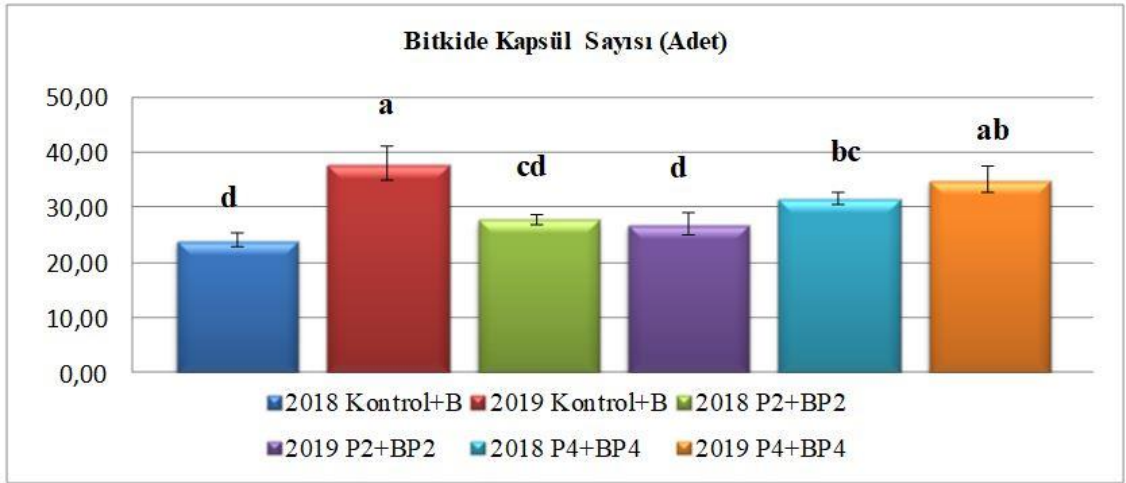


Şekil 4-18. Fosfor Dozlarının Susam Kapsül Sayısına Etkileri

Çizelge 4-15. Uygulamaların susam kapsül sayısında yıl x fosfor dozu interaksiyon sonuçları

Yıl x Fosfor dozu	2018	2019
KONTROL +B	24,05 ^d	37,88 ^a
P2 + BP2	27,77 ^{cd}	26,96 ^d
P4 + BP4	31,65 ^{bc}	34,96 ^{ab}
LSD		4,05

Şekil 4.19 ve Çizelge 4.15 te görüleceği gibi, fosfor dozu x yıl interaksiyonuna bakıldığında en yüksek susam bitki kapsül sayısı ortalama değeri 37.88 adet ile 2019 yılında, en düşük değer ise 24.05 adet 2018 yılında elde edilmiş LSD 4,05 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4-19. ‘Yıl x fosfor dozu’ interaksiyonunun susam kapsül sayısına etkileri

Bitkide kapsül sayısı verimi oluşturan önemli bileşenlerden biri olarak görülmektedir. Normal şartlarda kapsül sayısının artması ile veriminde artması beklenmektedir. Ancak bazı durumlarda yeterli kapsül sayısı oluşmada tozlaşma döneminde meydana gelecek stress şartları tane oluşumunu olumsuz etkileyerek verimi düşürmektedir. Bu çalışmada bakteri ve fosfor dozu uygulamalarının ayrı ayrı yıl faktöründen etkilendiği görülmüştür. Bu araştırmada hem Yıl x Bakteri hemde Yıl x Fosfor dozu interaksiyonlarının önemli çıkması çevre faktörlerinin susamda kapsül sayısı üzerine daha etkili olduklarını göstermektedir. Ayrıca çevre faktörlerinin gerek fosfor dozu gerekse bakteri uygulamalarının etkinliği üzerine tesirinin daha fazla olduğu görülmektedir. Denemenin ikinci yılı bakteri uygulama ortalamalarının yüksek olması bunu doğrulamaktadır. Ancak daha iyi anlamak ve yorumlamak için çevre şartlarından fazla etkilenen bitkisel özellikler üzerine alınan gözlem sayılarının artırılması gerekliliği görülmüştür. Özellikle populasyon tohumlarının kullanıldığı kapsül ve bakla gibi meyve oluşturan bitkilerde örnek sayılarının fazlalığı daha iyi

sonuçlar için önemlidir. Susamda kapsül sayısı değerleri yağışın yüksek olduğu bakterilerin biyolojik faaliyetlerinin arttığı ikinci yıl yüksek olması, kırıçta bakteri uygulaması düşünülen bitkiler için ilk gelişme dönemlerinde imkân olduğu sürece sulama yapılmasının verime daha fazla etkisinin olacağı bu çalışma sonuçlarına göre değerlendirilmektedir.

4.7. Bitkide Dal Sayısı (Adet)

Farklı fosfor dozlarının bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda verim ve verim bileşenlerine olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu araştırmada bitki dal sayısı ve ortalamalarına ait yapılan varyans analiz sonuçlarında da görüleceği gibi Yıl ve Yıl x Mikrobiyal gübre uygulaması istatistiki olarak $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Diğer uygulamalar ve etkileşimler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4-16. Uygulamaların susamda dal sayısına etkilerine ait varyans analizi

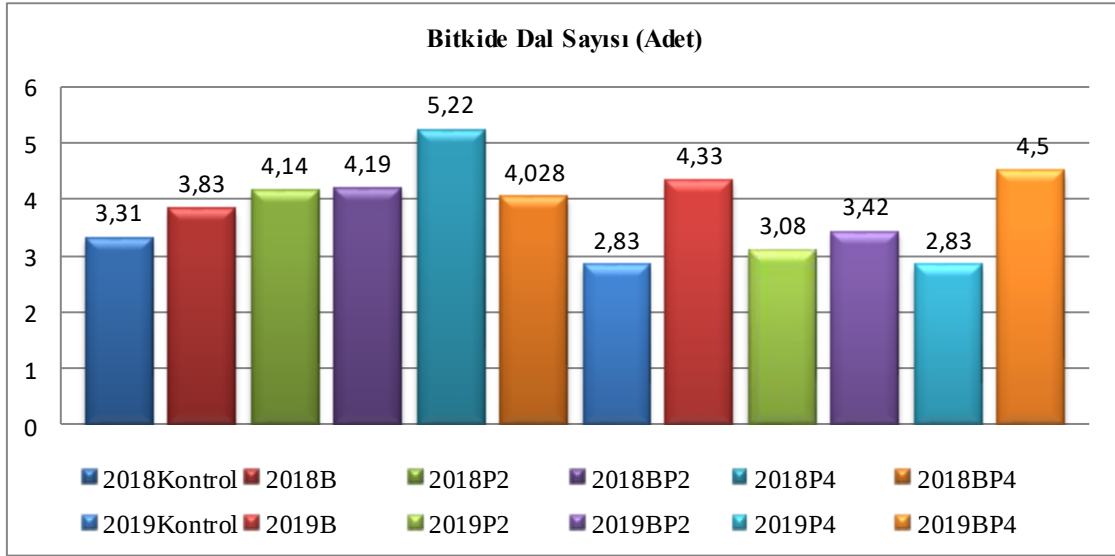
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	4.6183128	5.3963	0.0271*
Buyg	1	2.7818930	3.2505	0.0815
Yıl x Buyg	1	5.6337449	6.5828	0.0155*
Puyg	2	2.8431070	1.6610	0.2069
Yıl x Puyg	2	2.4171811	1.4122	0.2593
Buyg x Puyg	2	1.7042181	0.9957	0.3814
Yıl x Buyg x Puyg	2	3.5745885	2.0884	0.1415

** %1, * %5

Uygulamaların bitkide dal sayısına etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.17’de ve ortalamalara göre şekiller ise Şekil 4.20, 4.21 ve 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Uygulamaların susamda dal sayısına (adet) ait sonuçları

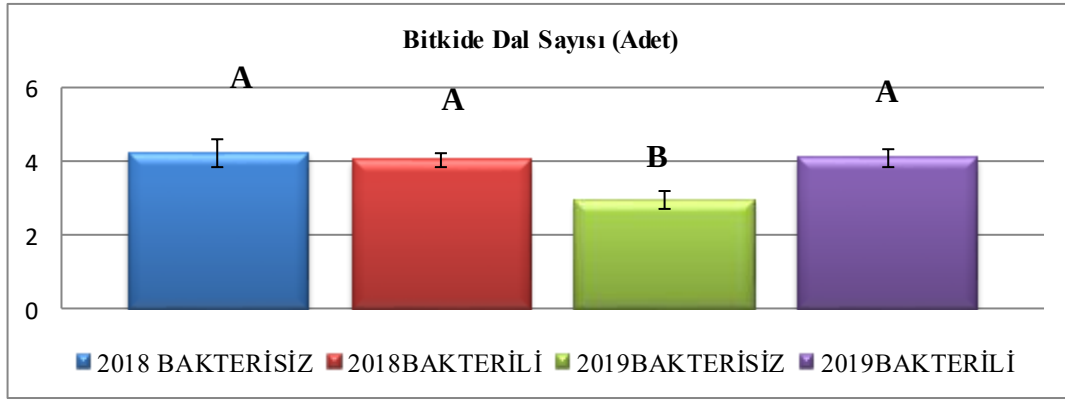
Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	3.31	2.83	3.07
P2	4.14	3.08	3.61
P4	5.22	2.83	4.03
Bakterisiz Ortalama	4.22^A	2.92^B	3.57
B	3.83	4.33	4.08
BP2	4.19	3.42	3.81
BP4	4.028	4.50	4.26
Bakterili Ortalama	4.018^A	4.08^A	4.05
Genel Ortalama	4.12^A	3.50^B	3.81
LSD yıl/ Yıl x Buyg	0.55 / 24.28		



ŞEKİL 4-20. Uygulamaların Susamda Dal Sayısına Ait Sonuçlar

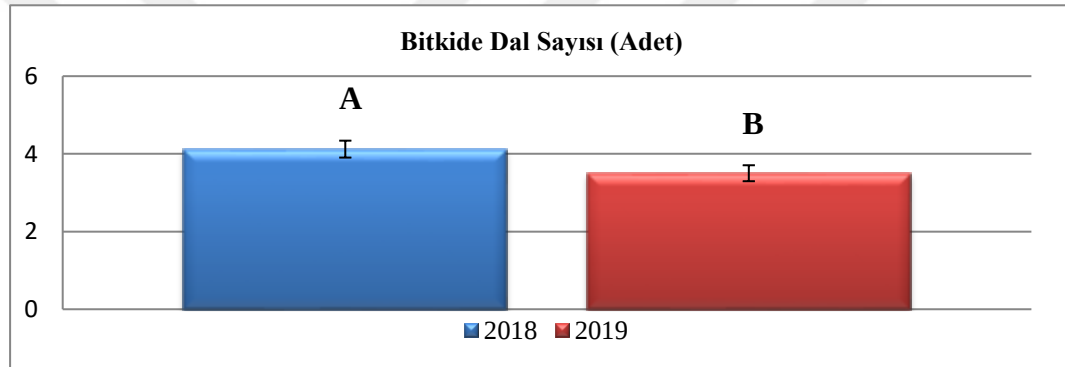
Susamda en düşük dal sayısı değeri (2.83 adet) 2019 yılında P₄ ve kontrol uygulamalarında, en yüksek değer (5.22 adet) ise 2018 P₄ uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.20). Ortalama bitkide dal sayısı ise 3.81 olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 3.07 ile 4.03 adet arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 3.81 ile 4.26 arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir (Öz ve Karasu, 2010; Karaaslan ve ark., 1999). Yapılan bu çalışmada birinci yılın bitki dal sayısının ortalaması ikinci yıla göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.22). Bitki boyunun artması bitki dal sayısını azaltırken bitki boyunun kısalması dallanmada bir artış meydana getirdiği görülmektedir.

Şekil 4.21-görüleceği gibi, bakteri uygulama x yıl interaksyonu bakıldığında en yüksek susam dal sayısı ortalama değeri 4.22 adet 2018 yılında ve bakteri gübre uygulaması yapılmayan parsellerden elde edilirken, en düşük değer ise 2019 yılında ve bakteri gübre uygulaması yapılmayan parsellerden 2.92 adet ile elde edilmiştir.



Şekil 4-21. ‘Yıl x bakteri’ interaksyonunun susam dal sayısına etkileri

Uygulamaların yıllar itibariyle susamda bitki dal sayısına (adet) etkileri Şekil 4.22’te verilmiştir.



Şekil 4-22. Yılların susam dal sayısına etkileri

Susamda dal sayısı yağışın az olduğu özellikle bakteri uygulamasının yapılmadığı parsellerde denemenin birinci yılında ortalama olarak daha fazla bulunmuştur. Bu çalışmada ölçülen diğer bir özellik olan bitki boyu ile karşılaştırma yapıldığında susamda bitki boyunun artması bitki dal sayısını azaltırken bitki boyunun kısılması dallanmada bir artış meydana getirdiği belirlenmiştir. Yine verim bileşenlerinden kapsülde tane sayısı ile dal sayısı karşılaştırması yapıldığında bakteri uygulamasının yapılmadığı birinci yıl sonucu hariç dal sayısının artması ile kapsül sayısının da arttığı görülmüştür.

4.8. Biyomas (g/parsel)

Farklı fosfor dozlarının bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda verim ve verim bileşenlerine olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmada parsel biyomas

(g) ortalamalarına ait yapılan varyans analiz sonuçlarında da görüleceği gibi yıl ve mikrobiyal gübre uygulamaları arasındaki fark $P < 0.01$ seviyesinde, Yıllar x Mikrobiyal gübre arasında fark $P < 0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Diğer uygulama ve etkileşimler önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4-17. Uygulamaların susamda biyomasa etkilerine ait varyans analizi

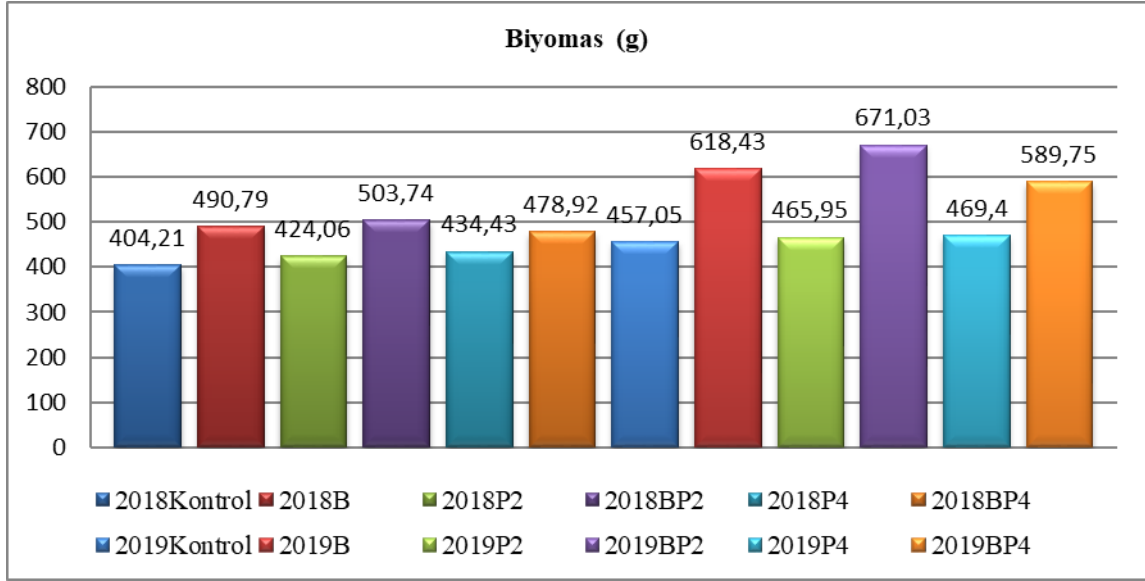
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	95575.15	22.5029	<0.0001**
Buyg	1	162190.84	38.1874	<0.0001**
Yıl x Buyg	1	25402.58	5.9810	0.0205*
Puyg	2	5803.94	0.6833	0.5127
Yıl x Puyg	2	2014.50	0.2372	0.7903
Buyg x Puyg	2	7546.50	0.8884	0.4219
Yıl x Buyg x Puyg	2	1671.97	0.1968	0.8224

** %1, * %5

En düşük parsel biyomas değeri (404.21 g) 2018 yılında ve kontolda, en yüksek değer (671.03g) ise 2019 yılında bakterili ve P₂ uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.23). Ortalama parsel biyoması ise 500.65 g olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 430.62 g ile 451.92 g arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 534.34 g ile 587.38 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.19). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir (Alperen 2003). Bakteri uygulaması yapılmayan parsellerdeki parsel biyomas ortalama değeri, mikrobiyal gübre uygulanmış parsellerden daha düşüktür (Şekil 4.25). Bu sonuçlar daha önce bakteri ile ilgili yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Ögüt ve Er 2016; Prakash ve ark., 2004; Lizarazo ve ark., 2015).

Çizelge 4-18. Uygulamaların susamda biyomasa (g/parsel) ait sonuçlar

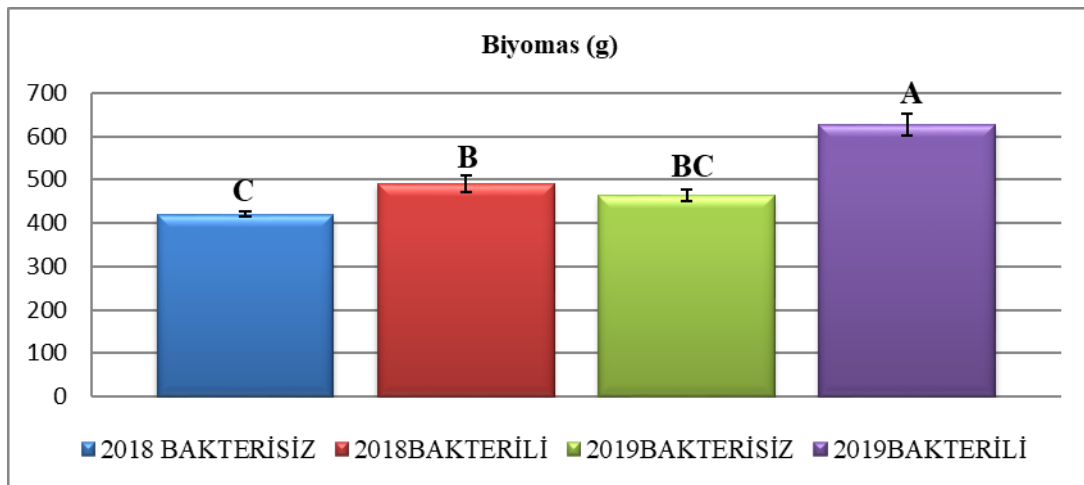
Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	404.21	457.05	430.62
P2	424.06	465.95	445.01
P4	434.43	469.40	451.92
Bakterisiz Ortalama	420.90^c	464.13^{BC}	442.57^b
B	490.79	618.43	554.61
BP2	503.74	671.03	587.38
BP4	478.92	589.75	534.34
Bakterili Ortalama	491.15^B	626.40^A	558.78^a
Genel Ortalama	456.02^b	545.27^a	500.65
LSD Yıl/ Buyg/ Yıl x Buyg	38.42 / 38.42 / 54.34		



ŞEKİL 4-23. Uygulamaların Susamda Biyomas Üzerine Etkileri

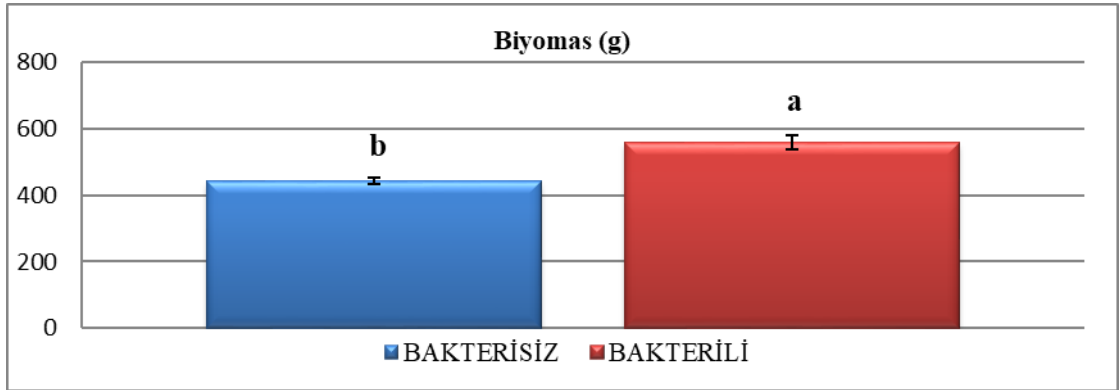
Bu çalışmada susamda bakteri uygulamasının toplam bitki boyu, kök uzunluğu, bitki boyu, bitki kapsül sayısı, üzerinde olumlu etkileri olduğu daha önceki kısımlarda belirtilmiştir. Bakteri gübre uygulaması yapılan parsellerdeki biyomas ortalama değeri, bakteri gübre uygulanmamış parsellerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada birinci yılın biyomas ortalaması ikinci yıla göre daha düşük olmuştur (Şekil 4.26).

Şekil 4.24-görüleceği gibi, susamda bakteri uygulama x yıl interaksyonuna bakıldığında en yüksek parsel biyomas ortalama değeri 626.4 g 2019 yılında ve bakteri uygulaması yapılan parsellerden elde edilirken, en düşük değeri 2018 yılında ve bakteri uygulaması yapılmayan parsellerde 420.9 g meydana gelmiştir.



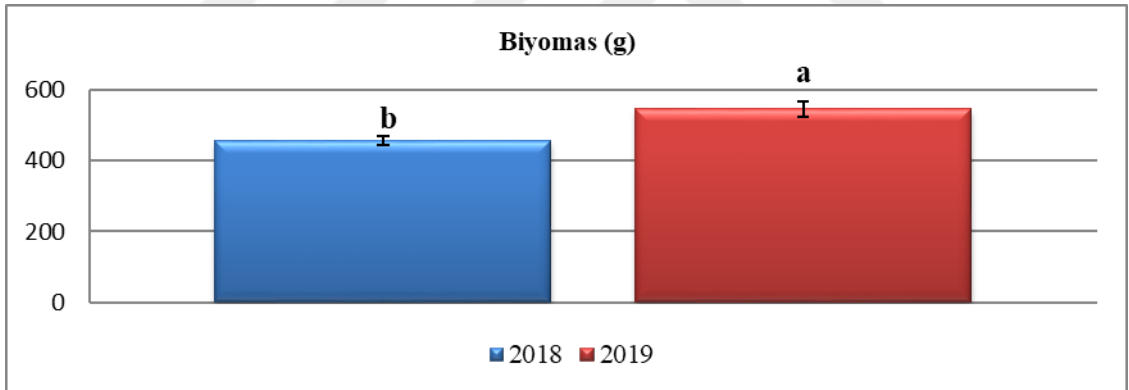
Şekil 4-24. 'Yıl x Bakteri' interaksyonunun susam biyomasına etkileri

Farklı fosfor dozu ve bakteri uygulamasının susamda hasat sonrasında biyomas (g) üzerine yapılan tartımların ortalama sonuçları Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4-25. Bakteri ve fosfor uygulamalarının biyomasına etkileri

Mikrobiyal gübreleme ve fosfor dozları uygulamalarının susam üzerine etkilerinin deneme yapılan yıllar itibariyle biyomas üzerine etkileri Şekil 4.26'de verilmiştir.



Şekil 4-26. Yılların susam biyomasına etkileri

Bitkilerin fotosentez sonucunda oluşturduğu tüm kısımların verim üzerine etkileri vardır. Özellikle toprak üstü kısımlar verimi daha fazla etkilemektedir. Susamda bitkinin vegetatif dönemde yeşil aksamı fotosentez sonucunda depoladığı organik maddeler bitkinin generatif döneminde oluşan kapsül ve kapsülde tanelere taşınmaktadır. Yine kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı ve bin tane ağırlığı generatif dönemde devam eden fotosenteze göre sayı ve ağırlıkları değişmektedir. Özellikle tanelerin olum dönemlerinde taşınan organik madde miktarı bitkinin yeşil kalma süresi ile ilişkilidir. Buğday üzerine yapılan çalışmalarda başaktaki kılçıkların tanedeki biriken organik maddeye etki ettiği ve başağın yeşil kalma süresi ile verim arasında bir

korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Tulukcu 2004). Bu çalışmada susamda biyomas (g) miktarı gözlemlenen diğer özellikler olan verim ve verim bileşenlerini oluşturan kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı, bitki boyu ve bitkide dal sayısı değerleri ile interaksyonlu olduğu görülmektedir. Gözlemlenen bu verilere göre artan yada azalan değerler aldığı tespit edilmiştir.

4.9. Bin Tane Ağırlığı (g)

Farklı fosfor dozlarının bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda verim ve verim bileşenlerine olan etkisinin belirlenmeye çalışıldığı bu araştırmada bin tane ağırlığı (g) ortalamalarına ait yapılan varyans analiz sonuçlarında da görüleceği gibi, sadece yıllar arasında fark istatistiki olarak ($P < 0.01$) seviyesinde önemli çıkmıştır. Diğer uygulama ve interaksyonlar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4-19. Uygulamaların bin tane ağırlığına etkilerine ait varyans analizi

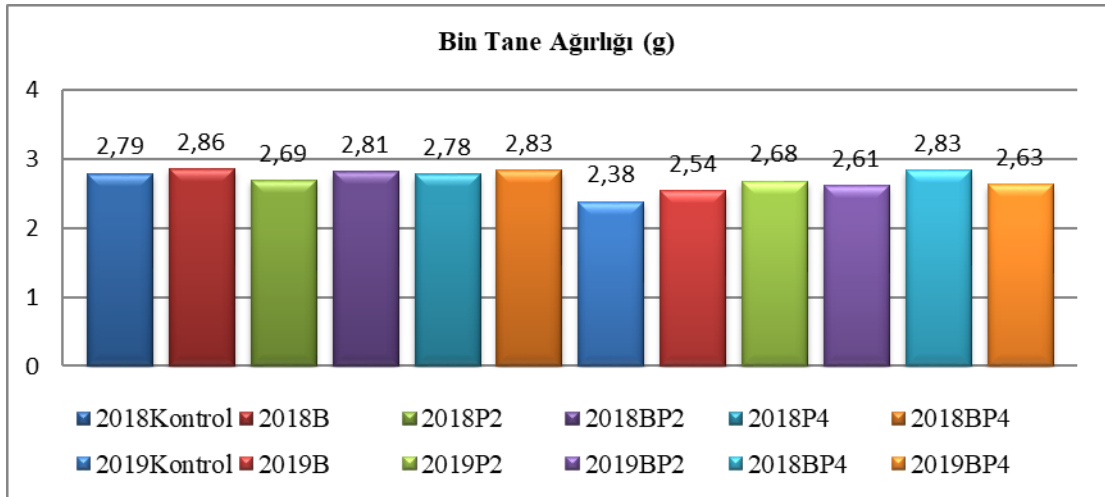
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	0.56333333	23.1738	<0.0001**
Buyg	1	0.03796875	1.5619	0.2210
Yıl x Buyg	1	0.00630208	0.2592	0.6144
Puyg	2	0.05096354	1.0482	0.3630
Yıl x Puyg	2	0.13705729	2.8191	0.0755
Buyg x Puyg	2	0.01898438	0.3905	0.6801
Yıl x Buyg x Puyg	2	0.03611979	0.7429	0.4843

** %1, * %5

Uygulamaların bin tane ağırlığına etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.21’de ve ortalamalara göre şekiller ise Şekil 4.27. ve 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4-20. Uygulamaların bin tane ağırlığına (g) ait sonuçlar

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	2.79	2.38	2.58
P2	2.69	2.68	2.68
P4	2.78	2.63	2.70
Bakterisiz Ortalama	2.75	2.56	2.66
B	2.86	2.54	2.70
BP2	2.81	2.61	2.71
BP4	2.83	2.63	2.73
Bakterili Ortalama	2.83	2.59	2.71
Genel Ortalama	2.79^a	2.58^b	2.69
LSDYıl			0.092

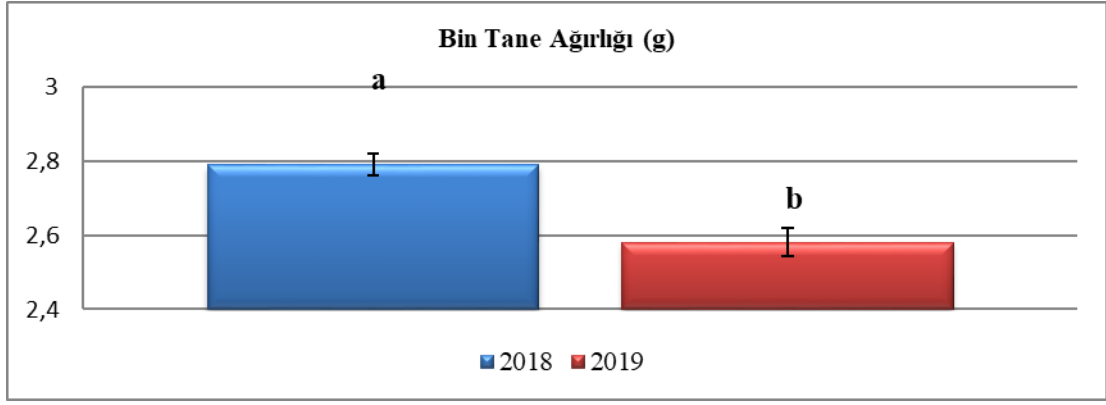


Şekil 4-27. Uygulamaların bin tane ağırlığına ait sonuçlar

En düşük bin tane ağırlığı değeri susamda (2.38 g) 2019 yılında ve kontrolde en yüksek değer (2.86 g) 2018 yılında bakterili ve fosfor 0 kg P₂O₅/da uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.27). Susamda ortalama bin tane ağırlığı ise 2.69 g olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 2.58 g ile 2.70 g arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 2.70 g ile 2.73 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.21). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir (İncekara, 1972; Tan ve Tan, 1996; Tan, 2011; Sharar ve ark., 2000; Hatipoğlu ve ark., 2017).

Yapılan bu çalışmada bin tane ağırlığı, birinci yıl ortalaması değeri ikinci yıla göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.28). İkinci yılda bitki kapsül sayısı daha yüksektir. Bitkide kapsül sayısı ve kapsülde tane adedi bin tane ağırlığı üzerine etkisi olduğu bilinmektedir. Bakteri uygulaması ortalama bin tane ağırlığını artırmış ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Fosfor ve bakteri uygulamasının özellikle denemenin ikinci yıl bin tane ağırlığı üzerinde istatistiki olarak önemsiz olsada olumlu etki yaptığı görülmektedir. Bakteri uygulanan parsellerde fosfor miktarının artması özellikle ikinci yılda bin tane ağırlığında düzenli bir artış meydana getirmiştir (Çizelge 4.21).

Uygulamaların yıllar itibariyle susamda bin tane ağırlığına etkileri Şekil 4-28'de verilmiştir.



Şekil 4-28. Yılların susam bin tane ağırlığına etkileri

Bitki tohumlarında bin tane ağırlığı çevre koşullarından etkilenen bir özelliktir. Bin tane ağırlığının yüksek olması diğer verim kriterlerinde yüksek olması ile verimi etkileyen bir unsurdur. Bin tane ağırlığı, kapsülde, baklada ya da başakta oluşan tane miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Tulukcu (2002) yapmış olduğu bir çalışmada bin tane ağırlığının başakta oluşan tane sayısı ile korelasyon oluşturduğunu bildirmiştir. Bu çalışma içinde susamda uygulamalara göre kapsülde tane sayısı ile bin tane ağırlığı arasında ters bir korelasyon olduğu görülmektedir. Kapsülde tane sayısına göre bin tane ağırlığı artan yada azalan değerler almıştır.

4.10. Kapsülde Tane Sayısı (Adet)

Farklı fosfor dozlarının bakteri uygulanan ve uygulanmayan susamlarda kapsülde tane sayısı (adet) ortalamalarına ait varyans analiz sonuçlarına göre, sadece yıllar arasında fark istatistiki olarak ($P < 0.01$) seviyesinde önemli olmuş, diğer uygulama ve interaksyonlar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4-21. Uygulamaların kapsülde tane sayısına etkilerine ait varyans analiz sonuçları

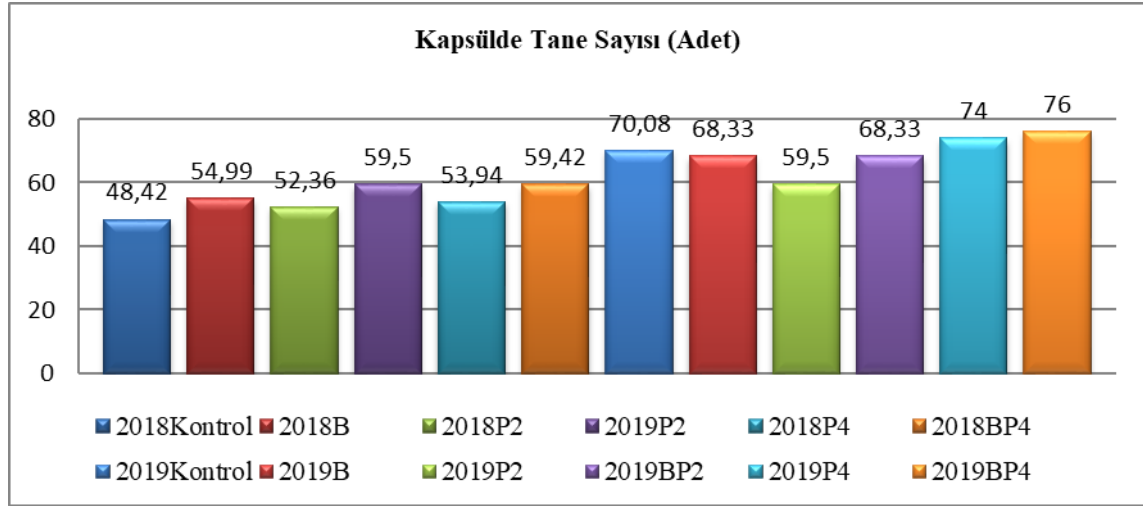
Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	2684.6400	26.0262	<0.0001**
Buyg	1	227.8581	2.2090	0.1476
Yıl x Buyg	1	21.2193	0.2057	0.6534
Puyg	2	382.3112	1.8532	0.1742
Yıl x Puyg	2	211.0197	1.0229	0.3718
Buyg x Puyg	2	43.1249	0.2090	0.8125
Yıl x Buyg x Puyg	2	74.5898	0.3616	0.6996

** %1 , * %5

Uygulamaların kapsülde tane sayısına etkileri ile ilgili değerler Çizelge 4.23’de, ortalamalara göre şekiller ise Şekil.4.29 ve 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4-22. Uygulamaların kapsülde tane sayısına (adet) ait sonuçlar

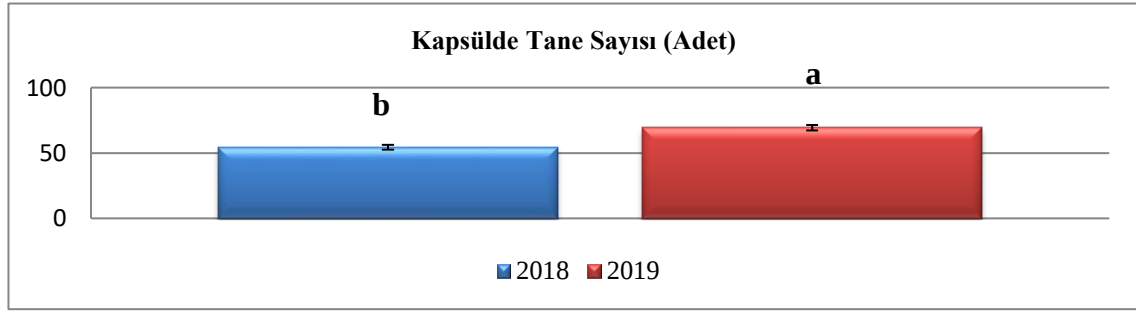
Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	48.42	70.08	59.25
P2	52.36	59.50	55.93
P4	53.94	74.00	63.97
Bakterisiz Ortalama	51.57	67.86	59.72
B	54.99	68.33	61.66
BP2	57.38	68.33	62.86
BP4	59.42	76.00	67.70
Bakterili Ortalama	57.26	70.89	64.075
Genel Ortalama	54.42 ^b	69.38 ^a	61.90
LSD Yıl			5.99



ŞEKİL 4-29. Uygulamaların Kapsülde Tane Sayısına Ait Sonuçlar

En düşük kapsülde tane sayısı değeri (48.42) 2018 yılında ve kontrolde, en yüksek değer (76.00) ise 2019 yılında bakterili ve P₄ uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.29). Ortalama kapsülde tane sayısı ise 61,90 olarak bulunmuştur. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 55.93 ile 63,97 arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 61,66 ile 67,70 arasında değişmiştir (Çizelge 4.23). Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir (Misganaw ve ark., 2015; Bakal ve Arıoğlu, 2013; Eryiğit ve ark., 2016).

Uygulamaların yıllar itibariyle kapsülde dane sayısına etkileri Şekil 4.30’da verilmiştir.



ŞEKİL 4-30. Yılların Susam Kapsülde Tane Sayısına (Adet) Etkileri

Yapılan bu çalışmada kapsülde tane sayısı ikinci yıl ortalaması birinci yıla göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.30). Kapsülde tane sayısı çiçeklenme dönemindeki stress şartlarından negatif etkilenmektedir. Çalışmanın birinci yılında çiçeklenme döneminin olduğu temmuz ayı ikinci yıla göre daha kurak geçmiştir. Bu durum susamda çiçeklerin daha kısa süre açık kalması ve polen canlılığına olumsuz etkiler göstermesi ile kapsülde tane sayısında bir azalma meydana geldiği düşünülmektedir. Çevre faktörlerinden yağışın bitkilerde vegetatif aksamı üzerinden generatif döneminde çiçeklenme ve süresine etkilediği bilinmektedir (Tulukcu 2009) Çalışmanın birinci yılı hem ortalama sıcaklık hem de nispi nem verileri açısından ikinci yıla göre daha olumsuz geçtiği görülmektedir. İkinci yılın ekim dönemi ve vegetatif döneminin yağışlı ve nispeten nemli geçmesi bitki gelişimini olumlu etkilediği gibi çiçeklenme ve tozlaşmayı da etkilemiştir. Deneme ortalamalarına göre istatistiki olarak önemli olmamasına rağmen bakteri ve fosfor uygulamalarının kapsülde tane sayılarını artırdığı görülmektedir.

4.11. Susam Verimi (kg/da)

Uygulamaların susam verimine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde, yıl, bakteri ve fosfor uygulamasının etkileri istatistiki olarak 0.01, 'yıl x bakteri' uygulamasının etkisi ise 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4-23. Uygulamaların susam verimine etkilerine ait varyans analizi

Varyans Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	F Değeri	Prob > P
Yıl	1	981.11125	90.4923	<0.0001**
Buyg	1	664.31760	61.2730	<0.0001**
Yıl x Buyg	1	62.76900	5.7895	0.0225*
Puyg	2	119.20490	5.4974	0.0092**
Yıl x Puyg	2	31.91880	1.4720	0.2456
Buyg x Puyg	2	11.06995	0.5105	0.6053
Yıl x Buyg x Puyg	2	18.62550	0.8590	0.4338

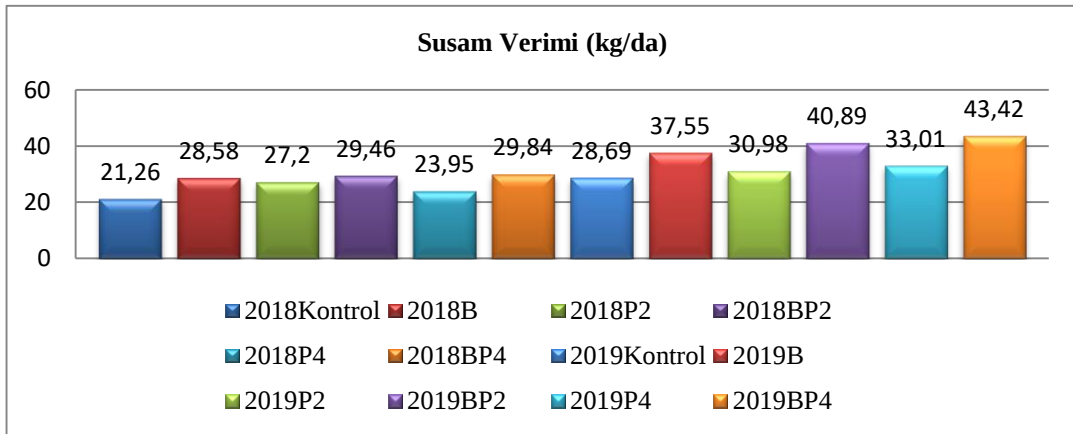
** %1 , * %5

Fosfor ve bakteri uygulamalarının susam verimine etkileri ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.25'te ve ortalamalara göre etkiler ise Şekil 4.31, 4.32, 4.33, 4.34 ve 4.35'te verilmiştir.

En düşük verim değeri (21.26 kg/da) 2018 yılında ve kontrolde, en yüksek değer (43.42 kg/da) ise 2019 yılında 'bakteri + P₄' uygulamasında elde edilmiştir. Ortalama verim ise 31.24 kg/da olarak bulunmuştur (Şekil 4.31). Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanmayan (kontrol) parsellerde deneme yıllarına ait ortalamalar 21.26 kg/da ile 28.69 kg/da arasında değişmiştir. Farklı fosfor dozları ve bakteri uygulanan parsellerin deneme yıllarına ait ortalamalar 33.06 kg/da ile 36.62 kg/da arasında değişmiştir (Çizelge 4.25). Bu sonuçlar daha önce susamla ilgili yapılan çalışmaların bulguları ile uyum göstermektedir (Weiss, 1971; Dixit ve ark., 1997; Malik ve ark., 1992; Patil ve ark., 1996; Shawale ve ark., 1995; Abbasi ve ark., 2015).

Çizelge 4.25. Uygulamaların susam verimi (kg/da) etkilerine ait sonuçlar

Uygulamalar	2018	2019	Ortalama
Kontrol	21.26	28.69	24.98
P2	27.20	30.98	29.09
P4	23.95	33.01	28.48
Bakterisiz Ortalama	24.14^C	30.89^B	27.51^b
B	28.58	37.55	33.06
BP2	29.46	40.89	35.17
BP4	29.84	43.42	36.62
Bakterili Ortalama	29.29^B	40.62^A	34.95^a
Genel Ortalama	26.71^b	35.75^a	31.24
LSD Yıl/ Buyg/ Yıl x Buyg	1.94 / 1.94 / 2.75		



Şekil 4-31. Uygulamaların susam verimi etkileri ile ilgili sonuçlar

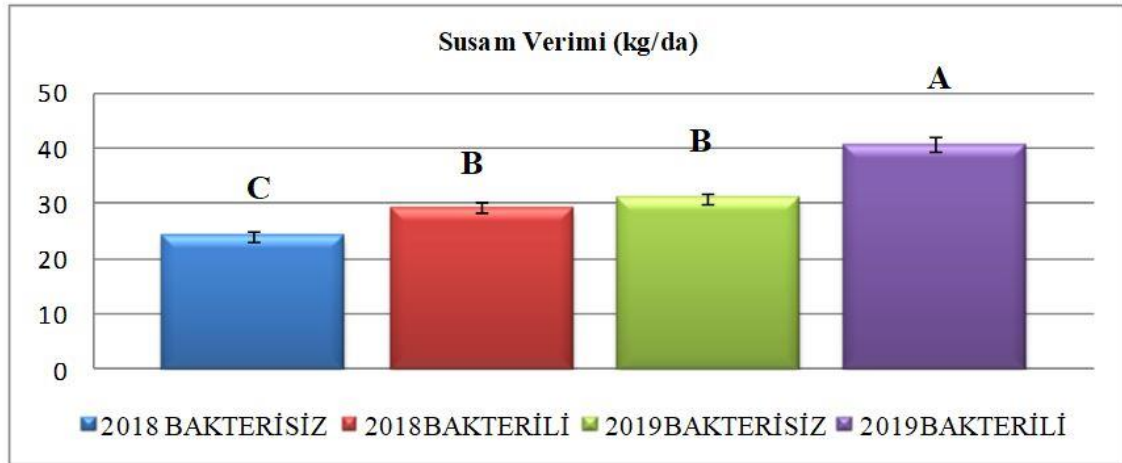
Konya'nın yarı kurak bir bölge olması ve Akören İlçesi'nde susamın sulama yapılmadan yetiştirilmesi verimin Türkiye ortalama değerlerinden düşük olmasına sebebiyet vermektedir. Yağışın az olduğu, sulama imkanlarının bulunmadığı ve kurak

koşullarda susam veriminde önemli azalmalar olduğu ve bu durumun susam üretiminde başta gelen problemlerden biri olduğu bildirilmektedir (Dizdaroğlu ve Tan, 1994). Bu çalışmada bakteri uygulaması yapılan parsellerdeki verim ortalama değerlerinin, mikrobiyal gübre uygulaması yapılmayan parsellerden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.33). Toplam bitki boyu, kök uzunluğu, bitki boyu, bitki kapsül sayısı, biyomas, toprakta fosfor mevcudiyeti üzerine bakteri uygulamasının olumlu bir etkisi olduğu yukardaki özellikler üzerinde açıklanmıştır.

Bu çalışmada ikinci yılda susam verimi birinci yıla göre daha yüksek olmuştur (Şekil 4.34). 2019 yılı susam yetiştirme döneminde (Haziran ayından Ekim aya kadar) hem yağış hem de aylık ortalama nispi nem gibi ekolojik faktörlerin susam bitkisi için daha elverişli bir yıl olduğu meteorolojik verilerden anlaşılmaktadır. Susam verim değerleri incelendiğinde de yıllar arasındaki farkın deneme yıllarındaki yağış ve susam yetiştirme dönemindeki ortalama sıcaklık farkından kaynaklandığı görülmektedir.

Çizelge 4.26. Fosfor dozu uygulamalarının susam verimine (kg/da) etkileri

Fosfor dozu	Verim
2018-2019 Kontrol+B	29.02 ^b
2018-2019 P2+BP2	32.13 ^a
2018-2019 P4+BP4	32.55 ^a
LSD	2.38

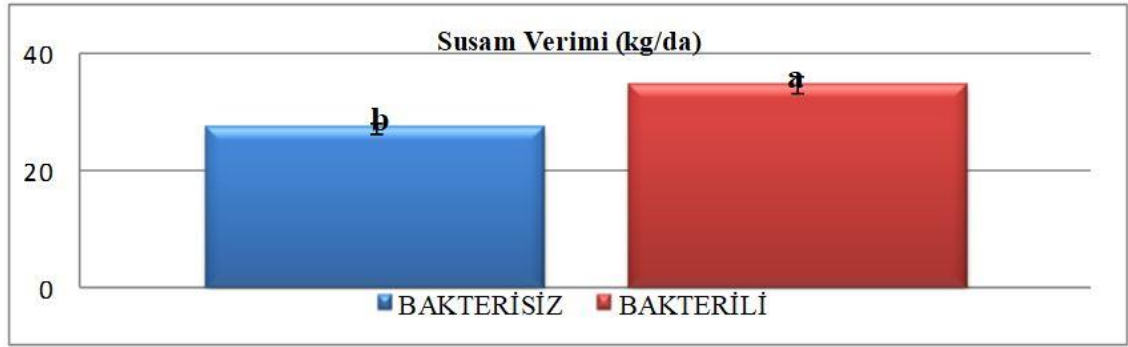


Şekil 4-32. ‘Yıl x bakteri’ interaksyonunun susam verimine etkileri

Şekil 4.32’den görüleceği gibi, ‘bakteri x yıl’ interaksyonuna bakıldığında en yüksek susam verim ortalama değeri (40.62 kg/da) 2019 yılında ve bakteri uygulaması yapılan parsellerden elde edilirken, en düşük değer (24.14 kg/da) 2018 yılında ve bakteri uygulaması yapılmayan parsellerde meydana gelmiştir. Bakteri uygulamasının verim ve verim bileşenleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu diğer özellikler

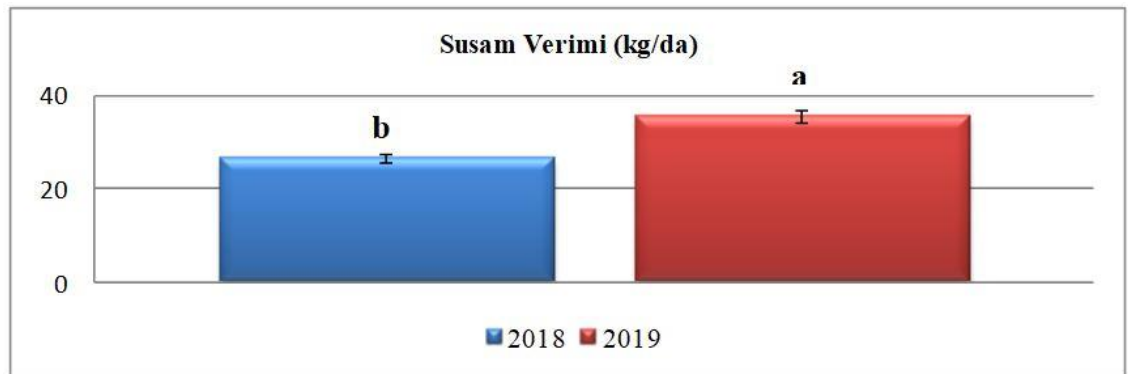
incelenirken belirtilmiştir. Bu çalışmada her iki yıl sonuçları incelendiğinde, bakteri uygulaması yapılan parsellerde verim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Denemenin ikinci yılında yağış miktarının daha fazla olması varyans analiz çizelgesinde yıl faktörünün önem seviyesini artırmıştır. Denemenin her iki yıl sonuçları incelendiğinde, bakteri uygulamasının verimi artırdığı görülmektedir. En yüksek verim değeri 2019 yılında ve bakteri uygulanan parsellerde elde edilirken en düşük değer 2018 yılında ve bakteri uygulanmayan parsellerden elde edilmiştir. Ayrıca fosfor dozu arttıkça verimin arttığı, ancak belirli bir dozdan sonra artışın durduğu görülmektedir.

Bu çalışmada bakterili ve bakterisiz uygulamaların susam verimine etkileri Şekil 4.33’de verilmiştir.



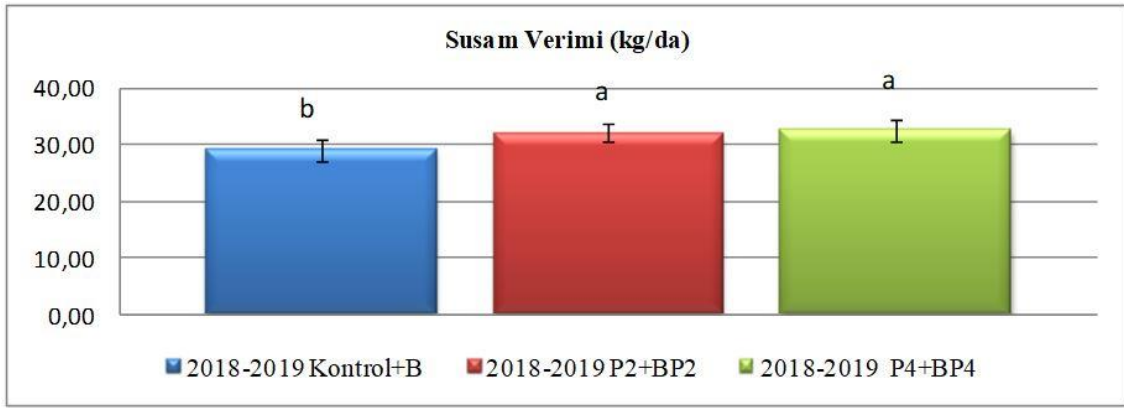
Şekil 4-33. Bakteri ve fosfor uygulamalarının susam verimine etkileri

Yıllar arasındaki farkın susam verimine etkileri Şekil 4.34’de verilmiştir.



Şekil 4-34. Yılların susam verimine etkileri

Çizelge 4.26 ve Şekil 4.35’de gösterildiği gibi, en yüksek verim değeri (32.55 kg/da), 4 kg/da fosfor dozunda ve en düşük verim değeri (29.02 kg/da) ise 0 kg/da dozunda elde edilmiştir. Susam verim değerleri, artan fosfor dozu ile artmıştır.



ŞEKİL 4-35. Fosfor Dozlarının Susam Verimine Etkileri

Akören İlçesi yerel olarak susam yetiştiren yörelerden biridir. Çiftçi şartlarında verim 20-25 kg/da civarında olup genel olarak aile içinde tüketimi tercih edilmektedir. Bu tercihi verim miktarının düşüklüğü etkilemektedir. Verimde meydana gelecek artışlar dış satımın artmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada kontrol parsellerinde çiftçi şartlarında olduğu gibi, yaklaşık 25 kg/da ürün alınmıştır. Sadece fosfor uygulamalarının ortalaması verimde %15 oranında bir artış meydana getirmiştir. Yine bakteri uygulaması tek başına %32 oranında bir artış sağlarken, bakteri ve fosfor dozu uygulamaları ile %40 civarında bir verim artışı meydana gelmiştir. Bu çalışmada susamda verimin yüksek olduğu parsellerde, bitki boyu, kapsül sayısı, kapsülde tane sayısı ve biyomas değerleri de yüksek bulunmuştur. Kıraç koşullarda susam veriminin yıllık yağış miktarı, hava nispi nemi ve yetiştirme dönemindeki ortalama sıcaklıktan etkilendiği, yapılan gözlemler, istatistiki analizler ve yıl faktörünün önemli çıkmasından anlaşılmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı fosfor miktarı ve bakteri uygulamasının susamın (*Sesamum indicum* L.) verim ve verim bileşenlerine etkileri araştırılmıştır. Deneme parsellerinden elde edilen bitkilerde toplam bitki boyu, bitki kök boyu, bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, biyomas, kapsülde tane sayısı, susam verimi, bitkide ve toprakta fosfor içeriklerinin belirlenmesine yönelik ölçüm, tartım ve analizler yapılmıştır.

Bakteri (*Bacillus* sp. # 189) uygulaması, toprakta fosfor içeriğine, toplam bitki boyu, bitki kök boyu, bitki boyu, bitkide kapsül sayısı, biyomas ve verimi olumlu etkilemiştir.

İkinci yıl (2019) toplam bitki boyu, bitki kök boyu, bitki boyu, bitkide kapsül sayısı, biyomas, kapsülde tane sayısı, susam verim ortalamaları birinci yıla (2018) göre daha yüksek olmuştur. Fakat bitki dal sayısı ve bin tane ağırlığının ortalama değerleri (2019) ikinci yılda daha düşük bulunmuştur. Denemenin ikinci yılında bitki boyunun artması dal sayısını azaltmış, bitkide kapsül sayısı ve kapsülde tane sayısını artırmıştır. Bitki boyunun artması ile dal sayısı arasında, kapsülde tane sayısının artması ile bin tane ağırlığı arasında negatif bir korelasyon görülmüştür. Kök boyu ve bitkide kapsül sayısı fosfor dozu ve yıllara göre önemli değişim göstermiştir. Bitkide kapsül sayısı, bitkide dal sayısı, biyomas ve verim, yıllar ve bakteri uygulamalarına göre değişmiştir. Susam verimi fosfor dozlarına göre önemli değişim göstermiştir.

Toprakta, *Bacillus* sp. # 189 gübre uygulanan parsellerde fosfor miktarları daha yüksek ve istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Bitkide toplam fosfor miktarları *Bacillus* sp. # 189 gübre uygulanan parsellerde bir artış meydana getirmiş ama bu artış istatistiki olarak önemsiz kalmıştır.

Bu çalışmada tüm gözlem ve ölçümler üzerinde yapılan istatistiki analiz sonuçların da yıl faktörü önemli çıkmıştır. Bu durum susamın çevre koşullarından özellikle yetiştirme dönemindeki yağış, hava nispi nemi ve ortalama sıcaklıklardan etkilenen bir bitki olduğunu göstermiştir. Ayrıca sulama imkânı olmayan yarı kurak iklim koşullarında bakteri ve fosfor uygulamalarının yararlılıkları ekolojik faktörlerden daha fazla etkilendiği deneme yılları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli çıkmasından anlaşılmaktadır.

Bu çalışma, bakteri gübre uygulamasının hem susamın verim bileşenleri üzerinde hem de toprak ve bitkide fosfor içeriği üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Fosforlu gübre ilavesine kıyasla, fosfor çözen mikroorganizmaların aşılmasının çevre için daha az riskli olduğu bilinmektedir. Bu mikroorganizmaların, özellikle organik tarımın önemini artırdığı, çevre bilimi ve bilincinin geliştiği, doğaya dost uygulamalar üzerinde durulduğu son yıllarda değerinin giderek artacağı düşünülmektedir. Bu tür mikroorganizmaların topraklara uygulanması yanında bitkilere verilmesi ve etkilerinin de ortaya çıkarılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Böylece literatür bilgisi ile uygulama yöntemleri belirlenerek direkt bitkiye kullanımları da artırılabilir.

Şelatlama özelliklerine sahip, çözünür, yavaş etkili kimyasal gübrelerin, bitkiler tarafından kullanılamayan ve biyolojik olarak birikme eğiliminde olan, genel olarak mikrobiyotaya ve biyokütleyi etkileyen toksik maddelerle toprağı kirleten büyük miktarlarda bileşikler ve elementler ürettiği araştırmalarda tespit edilmiştir. *Bacillus* cinsi bakteriler bitkiler için besin maddelerinin yararlılığını artırmak ve tarım topraklarını restore etmek için uygun mikroorganizmalardır.

Tarımsal topraklar, yalnızca bitkiler tarafından mikrobiyal enzimatik etki yoluyla kullanılabilen çözünmez miktarlarda fosfata sahiptir. *Bacillus* tarafından üretilen fosfatazlar, bitki beslenmesinde çok önemli bir rol oynar, fosforun yararlılığını artırır. Bu nedenle biyo gübreleme olarak kullanılma imkanları bulunmaktadır.

Bacillus cinsinin türleri ve enzimlerinin potansiyeli, sürdürülebilir tarım için kullanım olanaklarını genişletmektedir. Bu, çevrenin korunması ve tarımsal ilgi gören mahsullerin kalitesinin ve üretiminin iyileştirilmesini sağlamaktadır.

Bacillus spp. cinsi bitki büyümesinin desteklenmesine katkıda bulunan, azot üreten ve fosforile eden enzimlerin fizikokimyasal aktiviteleri ile ilgili, önemli ölçüde büyüyen bir biyo-gübreleme ajanıdır. Biyolojik gübrelerin kullanımı mikorizal birlikteliklerin gelişmesine yardımcı olmakta, yarayışlı fosfor mevcudiyetini arttırmakta ve toprağı sürekli mikro besin tedariki sağlamaktadır. *Bacillus sp. # 189* gibi fosfat çözen bakterilerin tarımda uygulanması, biyoteknolojik ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamak için daha fazla araştırmanın yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma yarı kurak bölge olan Konya'da susamda mikrobiyal gübre uygulaması olarak ilk defa yapılmıştır. Bakteri gübre uygulaması tek başına verimi çiftçi şartları ve kontrole göre %32 oranında artırmıştır. Bu çalışma bize susam gibi tek yıllık ve çift çenekli bitkiler için bakteri uygulamalarının yapılabilirliği konusunda fikir

oluşturmaktadır. Ayrıca bakteri uygulamasının susamda verim yanında yağ ve aroma gibi kalite bileşenlerine etkileri olabileceğini de göstermektedir.

En yüksek susam verimi için benzer iklim ve toprak koşullarında farklı tarım teknikleri ile birlikte ekinde bakteri uygulamaları yapılmalı ve bu tür uygulamalar yine susam ve diğer kültür bitkilerinde devam ettirilerek daha kapsamlı sonuçlara ulaşılmalıdır. Susam ile ilgili verim denemelerinde susam yağı miktarı ve yağ kalitesine etkileri de araştırmalara dahil edilmelidir.



6. KAYNAKLAR

- Abbasi, M. K., Musa, N., & Manzoor, M. 2015. Phosphorus release capacity of soluble P fertilizers and insoluble rock phosphate in response to phosphate solubilizing bacteria and poultry manure and their effect on plant growth promotion and P utilization efficiency of chilli (*Capsicum annum* L.). *Biogeosciences Discussions*, 12(2), 1839-1873. doi:10.5194/bgd-12-1839-2015 *An Acad Bras Cienc* (2006) 78 (4).
- Abrak, S., & Yilmaz, A. 2017. Yarı Kurak İklim Koşullarında Farklı Ekim Zamanı ve Bitki Sıklıklarının İkinci Ürün Susamda (*Sesamum indicum* L.) Verim ve Bazı Parametreler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. doi:10.19159/tutad.302238.
- Agarwal, M.C., Mohan, S.C., Dhyani, B.L., Kumar, N., 1996. Fertilizer response functions to rainfed crops in north-western low hill region. *Indian Journal of Soil Conversation*. 24 (1) 80-84.
- Ajalli , J., S. Vazan, A. Faramarzi and F. Paknejad, 2008. Effect of planting date on yield and yield components of sesame cultivars in Miyaneh region, Iran. *Journal of new agricultural science*, 4 (11):1-9.
- Alak , H. C., & Müftüoğlu, N. M. 2014. Hümk Asit Uygulamalarının Alınabilir Potasyum Üzerine Etkisi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2(2), 61–66.
- Allison, L. E. and Moodie, C. D., 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al. (Eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy* 9: 1379-1400. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A., 1998. M., Güneş, A., İnal, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1501, Ders Kitabı: 455 s:437.
- Alperen, H., 2003. Türkiye'nin Farklı Yetiştirilme Bölgelerinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum indicum* l.) Çesitlerinin aynı Ekolojik Şartlarda Yetiştirilerek Besin İçerisinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 57 s.
- Anderson DL, krussow WR And Corey RB. 1985. Phosphate rock dissolution in soil: Indications from plant growth studies. *Soil Sci Soc Am J* 49: 918 – 925.
- Anonymous 2018. FAOSTAT. 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Anonim. 2018. TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Anonymous, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Statistical Data-bases. <http://faostat.fao.org>.
- Arath O, Cabrera G, Díaz A. ET AL., 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Campo Experimental Bajío. INIFAP. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(6): 1261-1274.
- Arioğlu, H.H., 2007. Oil Crops Cultivation and Breeding, Cukurova University General Publication No: 220, *Text Books Publication No: A-70*, 204, Adana.

- Ashfaq, A., Abid, H., Mahboob, A.E., Muhammad, M., 2001. Yield and quality of two sesame varieties as affected by different rates of nitrogen and phosphorus. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 38 (1-2) 4-7.
- Ashri, A. 1989, Sesame. Pages 375&387 In Oil Crops Of The World. G. Robbelen, R. K. Downey, And A. Ashri (Eds.): *Mcgraw- Hill Pub.Comp.*, 522 p., NewYork.
- Attia, K. 2002. Effect of farmyard manure and phosphorus fertilization on growth, yield and N, P and Ca content of sesame grown on a sandy calcareous soil. v. 32.
- Ayvalı, B. Y . 2017. Bazı susam (*Sesamum indicum* l.) Genotiplerinin Tokat-Kazova Ekolojik Şartlarında Ana Ürün Verim Performanslarının Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat,73 s.
- Bakal, H., & Arioğlu, H. 2013. Çukurova Bölgesi'nde İkinci Ürün Susam (*Sesamum indicum* L.) Tarımında Farklı Ekim Yöntemlerinde Oluşturulan Farklı Bitki Yoğunluklarının Verim Ve Kalite Üzerindeki Etkileri. *J.Agric. Fac. Ç.Ü*, 28(1), 23 - 30.
- Balasubramaniyan, P. 1996. Influence of plant population and nitrogen on yield and nutrient response of sesame (*Sesamum indicum*.L). *Indian Journal of Agronomy*, 41(3), 448-450.
- Banik RM, Prakash M. 2004. Laundry detergent compatibility of the alkaline protease from *Bacillus cereus*. *Microbiol. Res.* 159: 135-140.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. *O.M.Ü. Ziraat Fak. Yay.*, No: 17, Samsun.
- Beech, D. F. 1985. Sesame research possibilities for yield improvement. p. 96-106. In A. Ashri (Ed) Sesame and Safflower: Status and Potentials. Proc. of Expert Consultation. *FAO Plant Production and Protection Paper* No. 66. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy.
- Bekele T, Cıno BJ, Ehlert PAI, Van DER, Maas AA And Van Diest A. 1983. An evaluation of plant-borne factors promoting the solubilization of alkaline rock phosphates. *Plant Soil* 75: 361– 378.
- Benjamin L. Turner, Michael J. Papházy, Philip M. Haygarth, Ian D. Mckelvie. 2002. Inositol Phosphates. *Biological Sciences*. 357:1420.
- Bolan NS, Elliot J, Gregg Peh And Weil S. 1997. Enhanced dissolution of phosphate rocks in the rhizosphere. *Biol Fert Soils* 24: 169– 174.
- Bouyoucos, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils 1. *Agronomy J.*, 43(9): 434-438.
- Bremner, J. M., 1965. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A. C. A. Black Amer. Soc. of Agron Inc. Pub. Agron. Series No: 9 Madison USA.
- Brookes PC, Powlson DS And Jenkinson DS. 1984. Phosphorus in the soil microbial biomass. *Soil Biol Biochem* 16: 169 – 175.
- Bucher, M. 2007. "Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces." *New Phytologist* 173: 11-26.

- Canözer, Ö., H. Fırıncı, M. Çakır, N. Özilbey, G. Püskülcü, N. Kılınç, Ü. Dikmelik ve A. Aksalman. 1984. Ege Bölgesi Önemli Kiraz Çeşitlerinin Bitki Besin Element Durumları ve Toprak Bitki İlişkileri. Tarım Orman ve Köyüşleri.
- Chen, Y. P., Rekha, P. D., Arun, A. B., Shen, F. T., Lai, W. A., & Young, C. C. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied soil ecology*, 34(1), 33-41.
- Chien SH And Menon RG. 1995. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. *Fert Res* 41: 227– 234.
- Cole CV, Innis GS and Stewart JWB. 1977. Simulation of phosphorus cycling in semiarid grasslands. *Ecology* 58: 1– 15.
- Corrales LC, Arévalo ZY. Moreno VE. 2014. Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *NOVA*. 12(21):67-79.
- Cuadrado, B. Rubio G, y Santos W. 2009. Caracterización de cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (con habilidad de nodulación) seleccionados de los cultivos de frijol caupi (*Vigna unguiculata*) como potenciales bioinóculos. En Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, Vol. 38, Núm 1. P. Consultado en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/rt/printerFriendly/15432/36602>. Consultado marzo 14 de 2017.
- Çelebi, M., Tulukcu, E., Saglam, C. 2011. Akören İlçesi Topraklarının Bazı Özelliklerinin Toprak Analizleri Yoluyla Belirlenmesi. 2. Uluslararası 6. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu. 182-186 pp., Kuşadası/Aydın/Turkey.
- Çıkman, A., 2008. Harran Ovasında Sulu Koşullarda Tarımsal Artık Kökenli Kompost Uygulamasının İkinci Ürün Susam Verimine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 82 s.
- Çimrin, M. A. B., İrfan Ersin Akıncı 2000. "Effect of Nitrogen and Phosphorus on Nutrient Contents in Fruit and Leaf of Pepper (*Capsicum annuum* L.)." *Fen ve Mühendislik Dergisi* 3(2) 174-181.
- Delgado, M., Montilla, D., Valery, J., Acevedo, T., 1977. Fertilizer application and yields in sesame. *Centro de Investigaciones Agropecuarias, Region Centro Occidental*. 7 (1-4) 3-6.
- Desai, N. D., and S. N. Goyal. 1981. Major problems of growing sesame in India and South East Asia. p. 6-14. In A. Ashri and P. Poetiary (Eds.) Sesame: Status and Improvements. Proc. of Expert Consultation. 8-12 Dec. 1980. FAO Plant Production and Protection Paper No. 29. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, Italy.
- Dixit, J.P., Rao, V.S.N., Ambabatiya, G.R., Khan, R., 1997. Productivity of sesame cultivars sown as semi-rabi under various plant densities and nitrogen levels. *Crop Research (Hisar)* 13(1)27-31.
- Dizdaroğlu, T. ve A.Ş. Tan. 1994. Ege Bölgesi Susam (*Sesamum indicum* L.) Üretiminde Tohumluk Kullanımı, Ekim Tekniği ve Çeşit Sorunu. *Tarla Bitkileri Kongresi*. 25-29 Nisan 1994. Cilt I. s.322 E.Ü.Z.F. Basımevi. Bornova. İzmir.
- Dizdaroğlu, T. ve A.Ş. Tan. 1995a. Ege Bölgesinde sulu ve Kuru şartlarda susam üretimi ve sorunları. *Anadolu* 5 (1): 48-73. Menemen. İzmir.

- Dizdaroğlu, T. ve A.Ş. Tan. 1995b. Ege Bölgesi ikinci ürün susam üretimi ve sorunları. *Anadolu* 5 (2): 116-138. Menemen. İzmir.
- El-nakhlawy, F.S., Shaheen, M.A., 2009. Response of Seed Yield, Yield Components and oil Content to the Sesame Cultivar and Nitrogen Fertilizer Rate Diversity. *Met., Env. & Arid Land Agric. Sci.*, Vol. 20, No.2, pp: 21-31.
- Engelstad OP, Jugsujinda A And De Datta SK. 1974. Response by flooded rice to phosphate rocks of varying citrate solubility. *Soil Sci Soc Amer Proc*38: 524 – 529.
- Entz MH, Guilford R And Gulden R. 2001. Crop yield and soil nutrient status on 14 organic farms in the eastern portion of the northern Great Plains. *Can J Plant Sci* 81: 351– 354.
- Eryiğit, T, Kaya AR, Tuncur M, Aldemir R, Yildirim B 2016. Evaluation of some sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties' performances under micro-climate conditions of Igdir-Turkey. VII International Scientific Agriculture Symposium," Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. *Proceedings*, pp. 276-282.
- Eşitken A, Karlıdağ H, Ercişli S, Turan M, Şahin F 2003. The effects of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L.) Hacıhaliloğlu. *Aust J Agric Res.* 54: 377-380.
- Eyyüpoğlu, F., 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. Toprak Gübre Araştırma Enst. Genel Yayınları No: 220, Ankara.
- Fernandez, L. A., zalba, P., Gomez, M. A., & Sagardoy, M. A. 2005. Bacterias Solubilizadoras de Fosfato Inorgánico Aisladas de Suelos de la Region Sojera. *ci. Suelo (Argentina)*, 23(1), 31-37.
- Fernández, M.T. & Rodríguez, H. 2005. El papel de la solubilización de fósforo en los biofertilizantes microbianos. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120688005.pdf>
- Fertilizer Industry Federation of Australia (FIFA) 2006. Australian soil fertility manual. Capítulo 4. Melbourne, Australia: CSIRO editores.
- Garcia, R. A., & Ulla, N. C. L. E. L. 2015. Aislamiento y caracterización de bacterias solubilizadoras de fosfatos del Noroeste Argentino y su efecto en la promoción de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.). *Rev. agron. noroeste argent*, 35 (1), 13-28. doi:10.13140/RG.2.1.1763.8246.
- Gerke J. 1992. Phosphate aluminum and iron in the soil solution of three different soils in relation to varying concentrations of citric acid. *Z Pflanzenernahr Bodenk* 155: 339 – 343.
- Goenadi DH, SISWANTO AND SUGIARTO Y. 2000. Bioactivation of poorly soluble phosphate rocks with a phosphorus-solubilizing fungus. *Soil Sci Soc Am J* 64: 927– 932.
- Guerrero Olazarán, M., Rodríguez Blanco, L., & Viader Salvadó, J. M. 2007. Producción de una fitasa recombinante en *Pichia pastoris*. *Ciencia UANL*, 10(4): 413-418.

- Güneş, N., 2015. Organik Bağcılıkta Syrah Üzüm Çeşidi Fidanlarına Farklı Dozlarda Uygulanan *trichoderma harzianum* ve *Bacillus subtilis*' in Tutma ve Gelişme Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya, 134 s.
- Haefner S., Knietsch A., Scholten E., Braun J., Lohscheidt M., Zelder O. 2005. Biotechnological production and applications of phytases. *Appl Microbiol Biotechnol.* 68: 588-597.
- Harley JL, Smith HSE 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press Inc. *London and New-York*. 483p.
- Harman GE 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma spp.* *Phytopathology* 96: 190-194.
- Harman GE, Howell CR, Votterbo A, Chet I, Lordto M 2004. Trichoderma Species: opportunistic, a virulent plant symbionts. *Nat Rev Microbiol.* 2: 43-56.
- Hatipoğlu, H., & Ark. 2017. Harran Ovası İkinci Ürün Koşullarına Uygun Bazı Susam (*Sesamum indicum* L.) Genotiplerinin Belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 31(1), 61-67.
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S. and Nelson, W. 2005. Soil Fertility and Fertilizers., Pearson Prentice Hall. Seventh edition. Chapter 5.
- Hayes, J. E. & Others. The growth and phosphorus utilization of plants in sterile media when supplied with inositol hexaphosphate, glucose 1-phosphate or inorganic phosphate. *Plant and Soil* (220): p.165-174, 2000.
- Haynes RJ. 1992. Relative ability of a range of crop species to use phosphate rock and monocalcium phosphate as P sources when grown in soil. *J Sci Food Agric* 60: 205 – 211.
- Hinsinger P, Plassard C, Tang C.X., and Jaillard B. 2003. Origins of root-mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. *Plant Soil* 248: 43 – 59.
- İlisulu, K. 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. *Çağlayan Kitabevi*, İstanbul.
- Illmer, P., & Schinner, F. 1995. Solubilization of inorganic calcium phosphates solubilization mechanisms. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(3), 257-263.
- Inbar J, Abramsky M, Cohen D, Chet I 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *European J. Pl. Pathol.* 100: 337-346.
- İncekara, F. 1972. Endüstri bitkileri ve ıslahı, yağ bitkileri ve ıslahı. Cilt 2. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No.83. *Ege Üni.Matbaası*, İzmir.
- Jackson, M., 1958. Soil Chemical Analysis. p.1-498. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jackson, M.L., 1965. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood. Cliffs, N.J., p 10 and 111-132.
- Johnson, C.M. and Ulrich, A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experiment Station, Bulletin 766.

- Kacar, B. 1995. Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Arastırma ve Gelistirme Vakfı Yayınları, No: 3, ss 705, Ankara.
- Kacar, B., Inal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241, Fen Bilimleri: 63,892s. Nobel Basımevi, Ankara
- Kanade, V.M., Chavan, S.A., Khanvilkar, S.A., 1992. Effects of sowing dates and fertilizer levels on yield of sesame. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*. 17(1)12-14.
- Karaaslan, D., Söğüt, T. ve Şakar, D.1999. Diyarbakır sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin saptanması. *Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi*, 15-18 Kasım Adana, Cilt II, Endüstri Bitkileri, 71-75.
- Karadavut, U., Palta, Ç., Bitgi, S., Okur, O., & Çarkacı, D. A. 2011. Konya İlinde Fig Tarımı Yapılan Bazı Alanlarında Makro ve Mikro Besin Elementi İçeriklerinin Belirlenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 1(3), 105-109.
- Kloepper JW, Ryu CM, Zhang S, 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*. 94: 1259-1266.
- Koeppler, J., Lifshitz, K. and Zablotowicz, R.M. 1989. "Free living bacterial inocula for enhancing crop productivity." *Trends Biotechnology Advances* 7: 39-44.
- Kpomblekou, K. and Tabatabai, M. 1994. "Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks." *Soil Science* 158: 442–453.
- Kuan, K.B., Othman, R., Abdul Rahim, K., Shamsuddin, Z.H., 2016. Plant growth-promoting rhizobacteria inoculation to enhance vegetative growth, nitrogen fixation and nitrogen remobilisation of maize under greenhouse conditions. *Plos one* 11(3): e0152478.
- Kucey, R. M. N. (1983). Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 63(4), 671-678.
- Kumar, S-G., Murugesh, S., Rajendran, A., Madhumathi, B. and Ganesh Kumar, A. 2002. Association of vam fungi with sesame and its influence on growth. *Sesame and Safflower Newsletter* No. 17.
- Langham, D.R. and T. Wiemers. 2002. Progress in mechanizing sesame in the US through breeding. In: J. Janick and A. Whipkey (Eds.), *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 157-173.
- Lizarazo Forero, L. M., Avila Martinez, E. G., & Cortés Pérez, F. 2015. Promocion del crecimiento de *baccharis macrantha* (asteraceae) con bacterias solubilizadoras de fosfatos asociadas a su rizosfera. *acta biologica Colombiana*, 20(3), 121-131. doi:10.15446/abc.v20n3.44742.
- Lopez, M., Martinez Viera, R., Brossard Fabré, M., Bolivar, A., Alfonso, N., Alba, A., & Pereira Abreo, H. 2008. Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maiz en dos suelos contrastantes venezolanos. *Agronomia Tropical*, 58, 391-401.
- Lucia Constanza Corrales Ramirez, Galvez, M. Z. Y. A., & Burbano, V. E. M. 2014. Solubilizacion de fosfatos: una funcion microbiana importante en el desarrollo vegetal. *Ciencias Biomédicas*, 12.

- Majeed , A., Abbasi, M.K., Hameed, S., Imran, A., Rahim, N., 2015. Isolation and characterization of plant growth-promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on plant growth promotion. *Frontiers in Microbiology* 6: 198.
- Malick, L. E. H., Malick, N., Macoumba, D., & Tahir, D. 2015. <Etude Comparative de l'Effet de Souches de Champignonsmycorhiziens Arbusculaires sur la Croissance et la Nutrition Minérale du Sésame Cultivé au Sénégal>. *African Crop Science Journal*, 23,(3,), 211 - 219.
- Malik , N.A., Arugh, O.H., Ramzan, M., 1992. Effect of row spacings and fertility levels on quality and quality of sesame (*Sesamun indicum* L.) *Journal of Agricultural Research Lahore*. 30(2) 213-219.
- Manangi MK, Coon CN. 2008. Phytase phosphorus hydrolysis in broilers in response to dietary phytase, calcium and phosphorus concentrations. *Poult Sci*. 87(8): 1577-1586.
- Marcia Costa, Gerhard Lerchundi, Francisco Villarroel, Marcelo Torres, Renate Schöbitz. 2009. Producción de enzima fitasa de *Aspergillus ficuum* con residuos agroindustriales en fermentación sumergida y sobre sustrato sólido. *Rev. colomb. Biotecnol.*11(1): 73-83.
- Misganaw M, Mekbib F, Wakjira A 2015. Genotype x environment interaction on sesame (*Sesamum indicum* L.) seed yield. *African Journal of Agricultural Research*, 10 (21): 2226-2239.
- Molla , M. A. Z., Chowdhury, A. A., Islam, A., & Hoque, S. 1984. Microbial mineralization of organic phosphate in soil. *Plant and Soil*, 78(3), 393-399. doi:10.1007/BF02450372.
- Mondal, D.K., Sound, G., Panda, P.K., Ghosh., Maitra, S., Roy, D.K., 1997. Effect of different irrigation levels and nitrogen doses on growth and yield of sesame (*Sesamun indicum* L .). *Indian Agriculturist* 41(1)15-21.
- Morot-Gaudry, J.F. 2001. Nitrogen assimilation by plants. Physiological, biochemical and molecular aspects. Science Publisher Inc. Plymouth, RU.
- Namlı, A., Mahmood, A., Sevilir, B., & Özkır, E. 2017. Effect of phosphorus solubilizing bacteria on some soil properties, wheat yield and nutrient contents. *Eurasian Journal of Soil Science (Ejss)*, 6(3), 249-249. doi:10.18393/ejss.293157.
- Narkhede , TN., Wadile, S.c., Attarde, D.R., Suryawanshi, R.T., Deshmukh, A.S., 2001. Response of macro and micronutrients in combination with organic matter (FYM) on yield of sesame (*Sesamun indicum* L .). *Journal of Soils and Crops*. 11(2)203-205.
- Nayar, N.M., 1984. Evolution of crop plants. In: N.W. Simmonds (Editor). *Longman*, pp. 231-233, London.
- Netik A, Torres NV, Riol JM And Kubıcek CP. 1997. Uptake and export of citric acid by *Aspergillus niger* is reciprocally regulated by manganese ions. *Biochim Biophys Acta* 1326: 287– 294.
- Nolan, K.B., Duffin, P.A. y McWeeny, D.J. Effects of phytate on mineral bioavailability. *In vitro* studies on Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Cd. Solubilities in presence of phytate. *J. Sci. Food Agric*, 1987; 40: 79 -85.

- Oberson A, Besson JM, Maire N And Sticher H. 1996. Microbiological processes in soil organic transformations in conventional and biological cropping systems. *Biol Fertil Soils* 21: 138– 148.
- Oberson, A. and Joner, E. 2005. Microbial turnover of phosphorus in soil. In: B. L. Turner, E. Frossard and D. S. Baldwin (Editors). *Organic phosphorus in the environment*. CAB International. Cap. 7: 133-160.
- Oehl F, Oberson A, Tagmann HU, Besson JM, Dubois D, Mader P, Roth H And Frossard E. 2002. Phosphorus budget and phosphorus availability in soils under organic and conventional farming. *Nut Cyc Agroecosys* 62: 25– 35.
- Ögüt, M., & Er, F. 2015. Mineral composition of field grown winter wheat inoculated with phosphorus solubilizing bacteria at different plant growth stages. *Journal of Plant Nutrition*, 39(4), 479-490. doi:10.1080/01904167.2015.1047518.
- Ögüt, M., & Er, F. 2016. Mineral composition of field grown winter wheat inoculated with phosphorus solubilizing bacteria at different plant growth stages, *Journal of Plant Nutrition*, 39:4, 479 490, DOI: 10.1080/01904167.2015.1047518
- Öğüt, M., Er, F., & Kandemir, N. 2010. Phosphate solubilization potentials of soil *Acinetobacter* strains. *Biology and Fertility of Soils*, 46(7), 707-715. doi:10.1007/s00374-010-0475-7
- Ögüt, M., Er, F., & Neumann, G. 2010. Increased proton extrusion of wheat roots by inoculation with phosphorus solubilising microorganisms. *Plant and Soil*, 339(1-2), 285-297. doi:10.1007/s11104-010-0578-9
- Olsen, S.V., Cole, F.S., Watanabe, W. and Dean, L.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept of Agr. Cir. 939, Washington, D.C.
- Omar SA. 1998. The role of rock-phosphate-solubilizing fungi and vesicular - arbuscular – mycorrhiza VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. *World J Microb Biot* 14: 211– 218.
- Orhan, E, Esitken A, Ercisli S, Turan M, Sahin, F. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Sci. Hort.* 111: 38-43.
- Öz, M., & Karasu, A. 2010. Bazi susam (*Sesamum indicum* L.) çeşit ve hatlarinin bursa koşullarinda performanslarinin belirlenmesi. *j.agric. fac. hr.u.*, 14(2), 21-27.
- Patil , A.B., Shinde, Y.M., Jadhav, N.D., 1996. Influence of nitrogen levels and spacings on grain yield of sesame. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* 21(3) 368-369.
- Patiño C. Solubilización de fosfatos por poblaciones bacterianas aisladas de un suelo del Valle del Cauca: estudio de biodiversidad y eficiencia. [Trabajo de Grado], Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Colombia, 2010.
- Perez, C. A., Ossa, D. L., & Jaime, V. 2012. Hongos solubilizadores de fosfatos en fincas ganaderas del departamento de sucre. *Rev. Colombiana cienc. Anim*, 4(1), 35-45.
- Pierzynski GM, Sims JT And Vance GF. 1994. Soils and Environmental Quality. *Ann Arbor, MI: CRC Press, Inc*, 313 p.
- Pointillart A. 1994. INRA. Prod. Anim. 7(1): 29-39.

- Portela D., Chaparro A, López S. 2013. La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. NOVA. 11: 87-96.
- Prakash A, Tandon V, Sharma NC. 2004. Effect of rock phosphate and VAM inoculation on growth and nutrient uptake in *Sesamum indicum* L. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 10 (1): 137-141.
- Prakasha, N. D. and S. Thimmegowda, 1989. Effect of Moisture Regimes in Conjunction with Nitrogen and Phosphorus Levels on Consumptive Use in Sesamum (*Sesamum indicum* L.). *Indian Agriculturist* 33(4): 233- 238.
- Ragab, A.I. and Hoballah, A.A. 1995. Genotype & environment interaction for seed yield and oil content of sesame (*Sesamum indicum*, L.) *FAO/IAEA International Symposium on the Use of Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement*, 19-23 June, Vienna, Austria.
- Restrepo-Franco Gloria María, Marulanda-Moreno Sandra, de la Fe-Pérez Yeised, Díaz-de la Osa Acela, Baldani Vera Lucia, Hernández-Rodríguez Annia. 2015. Bacterias solubilizadoras de fosfato y sus potencialidades de uso en la promoción del crecimiento de cultivos de importancia económica. *Revista CE-NIC*. 46(1): 63-76.
- Reyes, I., Baziramakengab, R., Bernierc, L. and Antoun, H. 2001. "Solubilization of phosphate rocks and minerals by wild-type strain and two UV-Induced Mutants of *Penicillium rugulosum*." *Soil Biology & Biochemistry*. 33(1741-1746).
- Richard, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils U.S.D.A. Handbook, 60: 105-106.
- Richardson AE. 2001. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Aust J Plant Physiol* 28: 897– 906.
- Richardson, A. E. 1994. Soil microorganisms and phosphorous availability. In *Soil biota: management in sustainable farming systems*. Victoria-Australia: Eds. C E Pankhurst, B M Doube.
- Röbbelen , G., Downey, R. K., Ashri, A., 1989. Oilcrops of the world. McGraw Hill, USA.
- Rodríguez H And Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnol Adv* 17: 319 – 339.
- Rodríguez H, Rubiano ME. 2002. Aislamiento e identificación de hongos solubilizadores de fosfatos aislados de cultivos de arroz y evaluación del pH y concentraciones de sacarosa y cloruro de sodio sobre su actividad solubilizadora [Tesis de Grado] Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia.
- Rodríguez, H., Fraga, R., Gonzalez, T., & Bashan, Y. 2006. Genetics of phosphate solubilization and its potential applications for improving plant growth-promoting bacteria. *Plant and soil*, 287(1-2), 15-21.
- Rondon MR, Goodman RM, Handelsman J 1999. The Earth's Bounty: Assessing and Accessing Soil Microbial Diversity. *TIBTECH* 17: 23-28.
- Rowell, D.L. *Soil Science Methods & Applications*. Department of Soil Science, 1994. University of Reading.

- Roy, N., S.M. Abdullah Mamun ve S. Jahan, 2009. Yield performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties at varying levels of row spacing. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5 (5): 823-827.
- Sağır, P., 2007. Ekim Zamanı ve Sulamanın Susam Verimi ve Kök boğazı Çürüklüğü Hastalığı (*macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.)'na Etkisinin Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır 43 s.
- Sağır, P., A. Sağır ve T. Söğüt. 2010. Farklı ekim zamanı ve sulamanın susamda kök boğazı çürüklüğü (*Macrophomina phaseolina*), verim ve verim unsurlarına etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 50 (4): 157-170.
- Sagoe CI, Ando T, Kouno K And Nagaoka T. 1998. Residual effects of organic acid-treated phosphate rocks on some soil properties and phosphate availability. *Soil Sci Plant Nutr* 44: 627– 634.
- Saharan BS, Nehra V 2011. Plant growth promoting *Rhizobacteria*: A critical review. *Life Sci Med Res*. 2011: 1-30.
- Saiki, R.K., Scharf, S.J., Faloona, F., Mullis, K.B., Horn, G.T., Erlich, H.A. and Arnheim, N. 1985. Enzymatic amplification of β -globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 230, 1350.
- Sale PWG And Mokwunye AU. 1993. Use of phosphate rocks in the tropics. *Fert Res* 35: 33– 45.
- Sanchez PA, Shepherd KD, Soule MJ, Place FM, Buresh RJ And Izac AN. 1997. Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resource capital. In: Replenishing soil fertility in Africa, Indianapolis. Proceedings, SSSA Special Publication No. 51, Madison, WI: *American Society of Agronomy*, 1997, p. 1 – 46.
- Sanchez. D. 2011. Efecto de la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal sobre el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* Var. Sofia) bajo invernadero. Trabajo de Grado Maestría en Ciencias Biológicas. *Facultad de Ciencias. Pontifica Universidad Javeriana*. Bogotá.
- Sánchez-López DB, Gómez-Vargas RM, Garrido-Rubiano MF, Bonilla-Buitrago RR. , 2012. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* 3.(7): 1401-1415.
- Sanyal, S. K. y De Data, S. K. 1991. Chemistry of phosphorus transformation in soil. *Adv Soil Sci*. 16: 1-120.
- Sayegh, A.H., Jaloud, A., Osman, A.M., 1981. The effect of compound versus single fertilizers on the productivity of some crops in the Middle Eastern countries. *Landwirtschaftliche Forschung*. 34(1-2) 60-66.
- Sharar, M.S., M. Ayup, Choudhry, M. A., and Asif, M. 2000. Growth and yield of sesame genotypes as influenced by NP application. *International Journal of Agriculture & Biology*, 2, 86-88.
- Shawale, T.T., Attarde, D.R., Pol, P.S., Bonde, R.D., 1995. Effects of rate and time of nitrogen application on yield of sesame varieties. *Journal of Maharastra Agriculture Universities* 20 (2) 215-217.
- Shin, S., HA, N., OH, B., OH, T., OH, B., 2001. Enzyme Mechanism and Catalytic Property of Propeller Phytase. *Structure*, 9: 851-858.

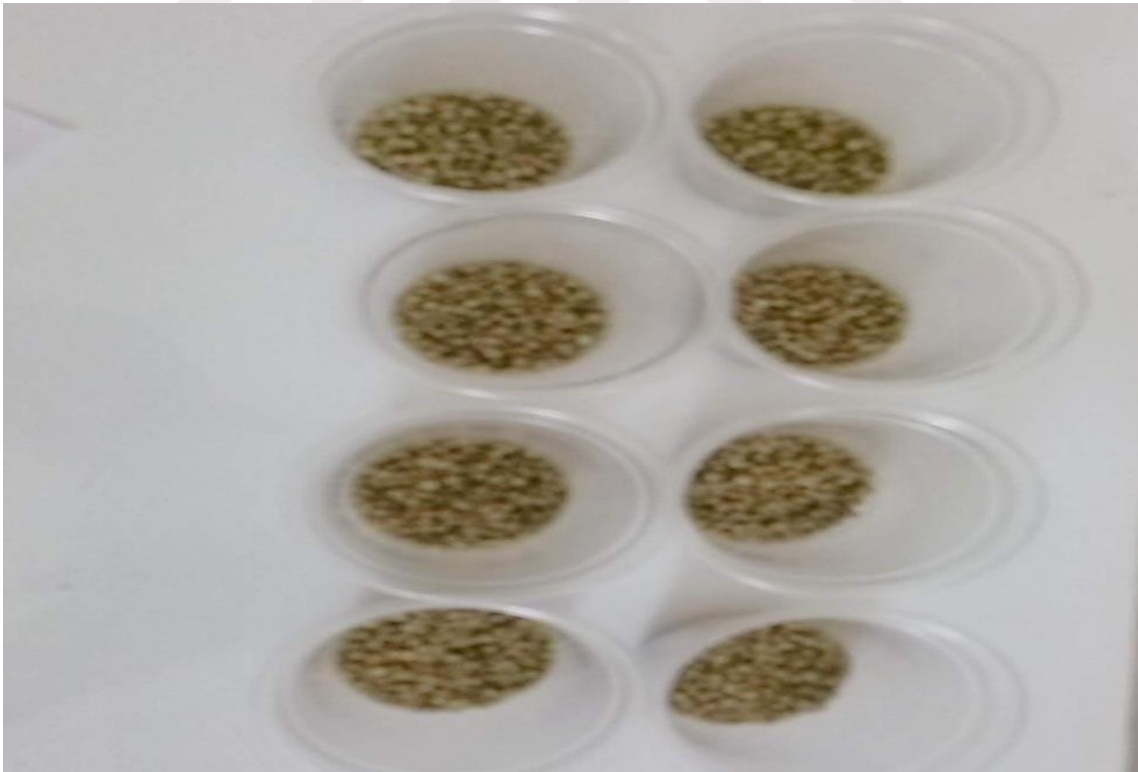
- Singh, B., & Satyanarayana, T. 2011. Microbial phytases in phosphorus acquisition and plant growth promotion. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17(2), 93-103.
- Sivagamy, K. and J. Rammohan. 2013. Effect of sowing date and crop spacing on growth, yield attributes and quality of sesame. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 5 (2): 38-40.
- Smith, F. W., 2002. The Phosphate Uptake Mechanism. *Plant and Soil* 245:105-114.
- Soltanpour, P.N., Workman, S.M., 1981, Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH₄HCO₃-DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed). *Developments in Atomic Plasma Analysis*, USA, pp. 673-680.
- Ssali H, Ahn P And Mokwunye A. 1986. Fertility of soils of tropical Africa: a historical perspective In: Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Sub-Saharan Africa, eds. Mokwunye AU and Vlek PLG., Boston: Martinus Nijhoff Publishers, p. 59– 82.
- Stead D 1987. Production of extracellular lipases and proteinases during prolonged growth of strains of psychrotrophic bacteria in whole milk. *J. Dairy Res.* 54: 535-543.
- Stewart JWB And Tiessen H. 1987. Dynamics of soil organic phosphorus. *Biogeochem* 4: 41– 60.
- Subramanian, A., Sankaran, S., Kulandaivelu, R., 1979. Yield response of sesame(*Sesamum indicum* L.) to nitrogenous fertilizer application. *Indian Agriculturist*. 23 (1) 43-4.
- Sylvia DM 1999. Fundamentals and applications of arbuscular mycorrhizae: A biofertilizer perspective. pp. 705-723.
- Sylvia DM, Williams SE 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress. mycorrhizae in sustainable agriculture Eds: GJ Bethlenfalway, RG Linderman. ASA Special Publication, Madison, Wisconsin, pp: 101-124.
- Sylvia, D., Fuhrmann, J., Hartel, P. and Zuberer, D. 2005. *Principles and applications of soil microbiology*. New Jersey. Second Edition. Chapter 11.
- Tan, A. Ş. 2011. Bazı Susam Çeşitlerinin Menemen Koşullarında Performansları *anadolu, j. of AARI*, 21(2), 11 - 28.
- Tan, A. Ş. 2012. Susam Tarımı. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 146.
- Tan, A. Ş., M. Aldemir ve A. Altunok. 2013. Ege Bölgesi Susam Araştırmaları Projesi. Ara Sonuç Raporu. Ege Tar. Ara. Ens. Menemen. İzmir.
- Tan, A. Ş., M. Aldemir ve A. Altunok. 2015. Ege Bölgesi Susam Araştırmaları Projesi. 2015 Yılı Gelişme Raporu. Ege Tar. Ara. Ens. Menemen. İzmir.
- Tan, A.Ş. ve A. Tan. 1996. Türkiye susam (*Sesamum indicum* L.)' larının morfometrik varyasyon analizi. *Anadolu*. 6 (2): 1 - 23. Menemen. İzmir.
- Tardieux-Roche, A. 1966. Transformations des phosphates naturels sous l'action de bacteries en culture pure. *Ann. Agron. (Paris)*, 17 : 481-528.

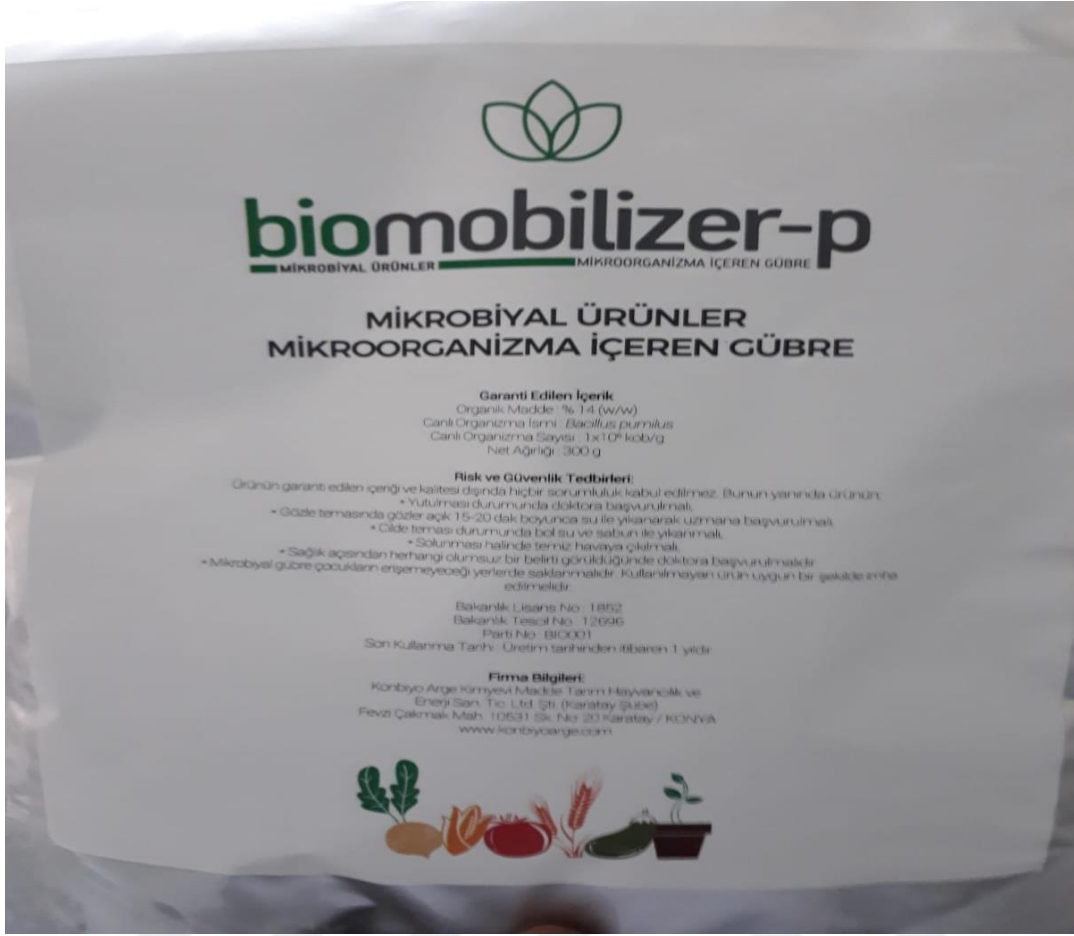
- Tejera-Hernández B., Rojas-Badía M.M., Heydrich-Pérez M. 2011. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista CNI*. 42(3): 131-138.
- Terry E, Leyva A, Hernández A. 2005. Beneficios de los Microorganismos como biofertilizantes eficientes para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista Colombiana de Biotecnología*. 2005; 7 (7): 47-54.
- Thomason, W. 2002. Understanding Phosphorus Behavior in Soils. The Samuel Roberts Noble Foundation. Recuperado de <http://www.noble.org/ag/soils/phosphorusbehavior/>
- Torrent, J. R. and Delgado, A., 2001. Using Phosphorus Concentration in The Soil Solution to Predict Phosphorus Desorption to Water. *J. Environ. Qual.* 30: 1829-1835.
- Tulukcu, E, Sade B. 2002. Konya ekolojik şartlarında bazı makarnalık buğday genotiplerinin kuru ve sulu şartlardaki verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 12 (1), 65-82
- Tulukcu, E. 2004. Diallel melezleme yöntemiyle bor içeriği düşük topraklara uygun ekmeklik buğday anaç ve melezlerin belirlenmesi ile verim ve verim öğelerinin kalıtımı. Doktora Tezi.Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Tulukcu E, Koçak R. 2009 THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENT PROTECTION OF PLANTS International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 2, 631
- Tulukcu, E. 2013. "Traditional Production of Tahini And Sesame Cultivation In Konya The 2nd Traditional Foods From Adriatic to Caucasus" "", TFP 1803, ISBN: 978-605-4265-25-1 470 pp., Ohrid– Struga/Macedonia, 24-26 October 2013
- Tulukcu, E.& Dan Baba, K. T. 2019. The Effect of Microbial Fertilization and Phosphorus Doses on the Chlorophyll Content of Sesame (*Sesamum indicum* L.).*European Journal of Science and Technology*, (16), 374-381.
- Übrahim, E, Mesut Ü, Siyami K, Mustafa S., 2000. "Kireçli bir toprakta yetiştirilen mısır bitkisi (zea mays l.) gelişimi ve fosfor alımı üzerine hümik asit ve fosfor uygulamasının etkisi." *Turk J Agric For* 24: 663-668.
- Van Straaten P. 2002. Rocks for Crops: *Agrominerals of sub-Saharan Africa*. Nairobi, Kenya: ICRAF, 338 p.
- Vassilev, N., Vassileva, M. and Nikolaeva, I. 2006. "Simultaneous P-solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends." *Appl Microbiol Biotechnol* 71: 137–144.
- Vessey, J. 2003. "Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers." *Plant and Soil* 255(2): 571-586.
- Vijay, S., Chauhan, Y.S., Tripathi, N.K., 1987. Comparative efficacy of levels of nitrogen and sulphur in production and bio-chemical values of til var. C-6. *Research and Developmenty Reporter* 4 (2) 213-217.
- Vikram, A., Alagawadi, A.R., Hamzehzarghani, H., Krishnaraj, P.U., 2007. Factors related to the occurrence of phosphate solubilizing bacteria and their isolation in vertisols. *International Journal of Agricultural Research* 2(7): 571-580.

- Walkley, A., 1947. A Critical examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and İnorganic Soil Constituent. *Soil. Sci.* 63: 251-263.
- Weiss, E.A., 1971. Castor, Sesame and Safflower. *Barnes and Noble Inc.*, New York, 901 p.
- Welch SA, Taunton AE And Banfield JF. 2002. Effect of microorganisms and microbial metabolites on apatite dissolution. *Geomicrobiol J* 19: 343– 367.
- Whitelaw MA. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Adv Agron* 69: 100– 151.
- Whitelaw, M. A. 1999. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. *Advances in Agronomy*, 69, 99-151.
- Wu XY, Walker MJ, Hornitzky M, Chin J 2006. Development of a group specific PCR combined with ARDRA for the identification of *Bacillus* species of environmental significance. *Journal of Microbiological Methods*. 64: 107-119.
- Xie G, Su B, Cui Z. Isolation and identification of N₂-fixing strains of *Bacillus* in rice rhizosphere of the Yangtze River Valley. Department of Agronomy, China Agricultural University. [Internet] 1998. [Citado marzo de 2014]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12548929>.
- Y. Gómez-Guiñán. 2004. Actividad de las fosfatasas ácidas y alcalinas (extracelulares e intracelulares) en hongos de la rizosfera de *Arachis hypogaea* (Papilionaceae). *Rev. biol. Trop.* 52 (1): 287-295.
- Yadav, R.A., Mishra, A., Singh, D., 2007. Response of sesame cultivars under various plant spacing and seed rates. *Plant Archives of Azad University of Agriculture & Technology*, 7 (1): 287-288.
- Yardımlı, P. 2009. Toprak ve Bitki Örneklerinde Toplam Azot Belirlenmesinde Kjeldahl ve Mikrodalga Yaş Yakmayöntemlerinin Karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 42 s.
- Yedidia I, Srivastva AK, Kapulnik Y, Chet I 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant Soil*. 235: 235-242.
- Yılmaz, A., Boydak, E., Beyyavaş, V., Cevheri, İ., Haliloğlu, H., Güneş, A., 2005. Şanlıurfa Ekolojisinde İkinci Ürün Olarak Bazı Susam (*Sesamum indicum* L.) Çeşit ve Hatlarının Yetiştirilme Olanaklarının Araştırılması, *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I*, s. 425-429, Antalya.
- Yonsel S, Batur MS 2007. Mikrobiyal Gübreler. http://www.simbiyotek.com/Mikrobiyal_Gubreler_yonsel.pdf (Erişim tarihi: 10.05.2015).
- Zambrano D, -Moreno, L F Rodríguez R, Van Strahlen M, Bonilla R. 2015. Industria de bioinsumos de uso agrícola en Colombia. *rev.udcaactual.divulg.cient.* 18 (1): 59-67.
- Zlotnikov A, Shapovalov Y, Makarov A. 2001. Association of *Bacillus firmus* E3 and *Klebsiella terrigena* E6 with increased ability for nitrogen fixation. *Soil Biology and Biochemistry*. 33 (11): 1525-1530.

7. EKLER:

1 KONTROL	2 BAKTERİSİZ (P2)	3 BAKTERİSİZ (P4)	4 KONTROL
5 BAKTERİSİZ (P4)	6 KONTROL	7 BAKTERİSİZ (P2)	8 BAKTERİSİZ (P4)
9 BAKTERİSİZ (P2)	10 BAKTERİSİZ (P4)	11 KONTROL	12 BAKTERİSİZ (P2)
13 BAKTERİLİ (B)	14 BAKTERİLİ (BP4)	15 BAKTERİLİ(BP2)	16 BAKTERİLİ (B)
17 BAKTERİLİ (BP2)	18 BAKTERİLİ (B)	19 BAKTERİLİ (BP4)	20 BAKTERİLİ (BP2)
21 BAKTERİLİ (BP4)	22 BAKTERİLİ (BP2)	23 BAKTERİLİ (B)	24 BAKTERİLİ (BP4)















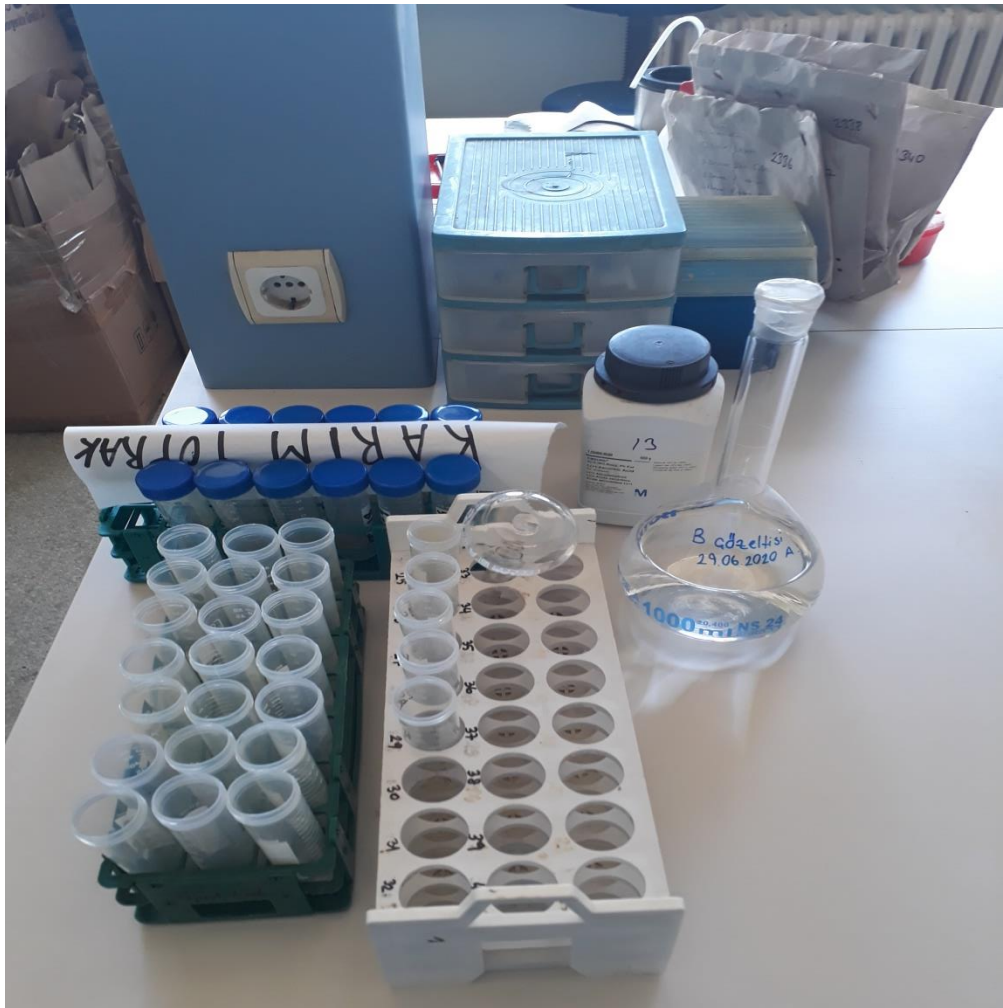














8. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :
Uyruğu :
Doğum Yeri ve Tarihi :
Telefon :
Faks :
e-mail :

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Fameye/Arlit/Nijer	2003
Üniversite	: Universidad Agraria de La Habana/Küba (UNAH)	-
Yüksek Lisans	: Universidad Agraria de La Habana/Küba (UNAH)	2011
Doktora	: Selçuk Üniversitesi/Selçuklu/Konya/Türkiye	2021

YABANCI DİLLER

- Türkçe
- İspanyolca
- Fransızca
- İngilizce
- Zarma
- Haousa

YAYINLAR

- ❖ The Effect of Microbial Fertilization and Phosphorus Doses on The Chlorophyll Content of Sesame (*Sesamum indicum L.*). *EJOSAT*/(Doktora tezinden yapılmıştır)
- ❖ Effect of Microbial Fertilization and Different Phosphorus Doses on The Macro Content Element in the Sesame Plant (*Sesamum indicum l.*). *ICSAE-6*/(Doktora tezinden yapılmıştır)
- ❖ The Effect of Microbial Fertilization on Amount of Weed. *ICSAE-6*/(Doktora tezinden yapılmıştır)