T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Yetiştiriciliğinde Humik Asit, Mikrobiyal Gübre ve Fosfat Kayası Uygulamalarının Verim ve Verim Öğelerine Etkisi

Proje No: FDA-2016-6534

Kurum Dışı Destekli Araştırmalar İçin İhtiyaç Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Araş. Gör. Hamdi ÖZAKTAN
Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü

Araştırmacılar
Prof. Dr. Cemalettin Yaşar ÇİFTÇİ
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Satı UZUN
Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü

Yrd. Doç. Dr. Oğuzhan UZUN
Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Şubat 2017
KAYSERİ

TEŞEKKÜR

Bu proje Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDA-2016-6534 nolu proje olarak desteklenmiştir. Bu proje ayrıca TÜBİTAK 115O878 nolu proje ile de desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....III
ÖZET V
ABSTRACT VI
ÇİZELGELER DİZİNİ..... vii
ŞEKİLLER DİZİNİ..... ix
1.GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER..... 4
3. GEREÇ VE YÖNTEM 9
3.1. Gereç 9
3.1.1. Denemede kullanılan fasulye çeşidi ve özellikleri 9
3.1.2. Deneme yeri..... 9
3.1.3. Deneme yerinin iklim özellikleri..... 9
3.1.4. Deneme yerinin toprak özellikleri.....10
3.1.5. Denemede kullanılan gübrelerin özellikleri.....10
3.2. Yöntem.....11
3.2.1. Toprak hazırlığı 11
3.2.2. Hümik asit, fosfat kayası ve mikrobiyal gübre uygulamaları.....13
3.2.3. Ekim ve bakım.....14
3.2.4. Hasat.....19
3.2.5. İncelenen özellikler.....22
3.2.6. İstatistiksel Değerlendirme 23
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 24
4.1. Çiçeklenme Gün Sayısı (gün).....24
4.2. Fizyolojik Olum (gün).....25
4.3. Bitki Boyu (cm) 27
4.4. İlk Bakla Yüksekliği (cm) 28
4.5. Bitkide Ana dal Sayısı (adet) 30
4.6. Bitkide Bakla Sayısı (adet) 32
4.7. Bitkide Tane Sayısı (adet) 34
4.8. Baklada Tane Sayısı (adet) 35
4.9. Birim Alan Tane Verimi (kg/da).....37
4.10. Hasat İndeksi (%).....39
4.11. Biyolojik Verim (kg/da).....41
4.12. Yüz Tane Ağırlığı (gr) 43
4.13. Tanedeki Protein Oranı (%).....44
4.14. Tanenin Fosfor İçeriği (%) 46
4.15. Bitkinin Fosfor İçeriği (%) 47
4.17. Gübre Kullanım Etkinlik Parametreleri.....49
4.17.1. Agronomik etkinlik (kg/kg) 49
4.17.2. Fizyolojik etkinlik (kg/kg).....49
4.17.3. Agrofizyolojik etkinlik (kg/kg) 50
4.17.4. Fosfor kullanım etkinliği (kg/kg).....51
4.17.5. Translokasyon etkinliği (%).....52
4.17.6. Geri dönüşüm etkinliği (%) 52
4.18. Toprakta elverişli fosfor.....53
5. SONUÇ 55
KAYNAKLAR.....55

ÖZET

Deneme, Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama parselinde yürütülmüştür. Deneme tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede ana parsellere dekara 2 kg hesabıyla humik asit (2 uygulama), alt parsellere *Bacillus pumilus* C26 fosfat çözücü özelliğe sahip mikrobiyal gübre (2 uygulama) ve altın altı parsellere de dekara 0, 7.5, 15 ve 22.5 kg P_2O_5 olacak şekilde fosfat kayası dozları (4 uygulama) yerleştirilmiştir (2x2x4x4=64). Deneme periyodu sonunda her parselden bitki ve toprak örneklemesi yapılmıştır. Yapılan örneklemelerde fasulyede verim ve verim parametreleri, tanenin ve bitkinin fosfor içeriği, gübre kullanım etkinlik parametreleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozlarının fasulye bitkisi üzerinde incelenen parametreler bakımından farklı etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle de hümik asit, mikrobiyal gübre uygulamaları ile birlikte fosfat kayasının en yüksek dozunun verildiği parsellerde verim parametresi bakımından dekara en yüksek verim elde edilmiştir. Yapılan tüm uygulamaların kontrol parsellerine göre fasulyede verim artışına etkisi olduğunu söylenebilir.

Elde edilen tek yıllık bu sonuçlar kapsamında, konvansiyonel fasulye yetiştiriciliğinde ayrıca bunun yanısıra organik fasulye yetiştiriciliğinde yönetmeliğin izin verdiği bitkisel kökenli hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayasının verim ve verim parametrelerinin artırılması amacıyla kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fasulye, humik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası

ABSTRACT

Experiments were conducted over experimental fields of Erciyes University Agricultural Faculty. Experiments were conducted in randomized blocks split-split plots experimental design with 4 replications. Humic acid (2 treatments) was applied to main plots as to have 2 kg humic acid per decare; *Bacillus pumilus* C26 phosphate solving microbial fertilizer (2 treatments) applied to subplots; and phosphate rock (4 treatments) was applied to sub-subplots as to have 0, 7.5, 15 and 22.5 kg P_2O_5 per decare (2x2x4x4=64). Plant and soil samplings were performed from each plot at the end of experimental periods. Samples were used for analyses of yield, yield parameters, kernel and plant phosphorus contents, agronomic efficiency, physiological efficiency, agro-physiological efficiency, P-use efficiency, P-translocation efficiency, recycle efficiency.

The effects of humic acid, microbial fertilizer and phosphate rock treatments on investigated parameters of the bean plants were significantly different. The greatest yield per decare was obtained from the plots treated with the greatest dose of phosphate rock together with humic acid and microbial fertilizer. As compared to control treatment, all experimental treatments provided an increase in yield.

Current findings revealed that plant-originated humic acid allowed to be used by regulations, microbial fertilizer and phosphate rock could reliably be used in both conventional and organic bean farming to improve yield and quality.

Key words: Bean, humic acid, microbial fertilizer, phosphate rock

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.3.1. Deneme alanına ait 2015 yıllı ile uzun yıllara ilişkin aylık sıcaklık (°C), nispi nem (%) ve yağış (mm) değerler**i** 9
Çizelge 3.1.4.1. Deneme yerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 10
Çizelge 3.1.5.1. Deneme Yerine Uygulanan Hümik Asit İçeriği.....11
Çizelge 3.2.3.1. Yapılan çalışmaya ait deneme deseni 17
Çizelge 4.1.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin çiçeklenme gün sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları 24
Çizelge 4.1.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin çiçeklenme gün sayısına etkisine ait ortalamalar (gün) 25
Çizelge 4.2.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fizyolojik olum süresine üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları 26
Çizelge 4.2.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fizyolojik olum süresine etkisine ait ortalamalar (gün).....26
Çizelge 4.3.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitki boyu üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları 27
Çizelge 4.3.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitki boyu üzerine ait ortalamaları (cm) 28
Çizelge 4.4.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları 29
Çizelge 4.4.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği üzerine ait ortalamaları (gün).....30
Çizelge 4.5.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin anadal sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....31
Çizelge 4.5.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin anadal sayısı üzerine ait ortalamaları (adet) 32
Çizelge 4.6.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide bakla sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları 32
Çizelge 4.6.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide bakla sayısı üzerine ait ortalamaları (adet) 34
Çizelge 4.7.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide tane sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları 34
Çizelge 4.7.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide tane sayısı üzerine ait ortalamaları (adet).....36
Çizelge 4.8.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin baklada tane sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....36
Çizelge 4.8.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin baklada tane sayısı üzerine ait ortalamaları (adet).....37
Çizelge 4.9.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin birim alan tane verimi üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....38
Çizelge 4.9.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin birim alan tane verimi üzerine ait ortalamaları (kg/da).....40
Çizelge 4.10.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin hasat indeksi üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları 41
Çizelge 4.10.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin hasat indeksi üzerine ait ortalamaları (%).....42
Çizelge 4.11.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin biyolojik verim üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....43
Çizelge 4.11.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin biyolojik verim üzerine etkisine ait ortalamaları (kg/da).....43

Çizelge 4.12.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin yüz tane ağırlığı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....44
Çizelge 4.12.2 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin yüz tane ağırlığı üzerine ait ortalamaları (gr) 45
Çizelge 4.13.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....46
Çizelge 4.13.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı üzerine ait ortalamaları (%) 46
Çizelge 4.14.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye tanesindeki fosfor içeriği etkisine ait varyans analiz sonuçları.....47
Çizelge 4.14.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisi tanesindeki fosfor içeriği etkisine ait ortalamaları (%) 48
Çizelge 4.15.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fosfor içeriği etkisine ait varyans analiz sonuçları 49
Çizelge 4.15.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fosfor içeriği üzerine ait ortalamaları (%) 50
Çizelge 4.17.1.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin agronomik etkinliği üzerine etkisi.....51
Çizelge 4.17.2.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fizyolojik etkinliği üzerine etkisi (kg/kg).....51
Çizelge 4.17.3.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin agrofizyolojik etkinliği üzerine etkisi (kg/kg).....52
Çizelge 4.17.4.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fosfor kullanım etkinliği üzerine etkisi (kg/kg) 53
Çizelge 4.17.5.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin translokasyon etkinliği üzerine etkisi (%).....53
Çizelge 4.17.6.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin geri dönüşüm etkinliği üzerine etkisi (%) 53
Çizelge 4.18.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içeriği etkisine ait varyans analiz sonuçları……54
Çizelge 4.18.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içeriği üzerine ait ortalamaları (kg/da)……54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 2. 1. 1. Toprak hazırlık işlemleri 12
Şekil 3. 2. 1. 2. Toprak hazırlık işlemleri sırasında taş toplama 13
Şekil 3. 2. 2. 1. Mikrobiyal gübrelerin besin ortamında büyütülmesi ve denemede kullanılan hümik asit 14
Şekil 3. 2. 3. 1. Deneme parsellere hümik asit ve fosfat kayası uygulaması 15
Şekil 3. 2. 3. 2. Deneme parsellerinde ekim işlemleri 15
Şekil 3. 2. 3. 3. İlk sulamada meme başlarının ayarlanması ve ilk çıkışların gözlemlenmesi 16
Şekil 3.2.3.4. Vejetatif gelişme döneminde denemeden genel bir görünüm.....16
Şekil 3. 2. 3. 5. Bakla bağlama döneminde denemeden genel bir görünüm 18
Şekil 3. 2. 4. 1. Fasulye hasadı 20
Şekil 3. 2. 4. 2. Fasulye harmanlama 21

1.GİRİŞ

Dünyada hızla artan nüfusun dengeli bir biçimde beslenmesi özellikle de nüfusun yoğun olduğu gelişmekte olan ülkelerin en önemli sorunudur. Dengeli beslenme için karbonhidratların yanında proteinli besinlerin de belirli oranlarda alınması gerekmektedir. Dünyada özellikle geri kalmış ülkelerde hayvansal ürünlerin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle bitkisel kaynaklı besinler önemli bir yer tutmaktadır. Dünyada kişi başına yaklaşık 70.9 g günlük protein tüketilmekte olup, bunun 46.1 g'ı bitkisel, 24.8 g'ı hayvansal gıdalardan karşılanmaktadır. Bitkisel proteinlerin ise %66'sı tahıllardan, %18.5'i baklagillerden ve %15.5'i ise diğer bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Dünyada 63 milyon ha alanda, 58.7 milyon ton baklagil üretimi yapılmaktadır. Bunun % 60'ını mercimek, kuru fasulye ve nohut oluşturmaktadır. Dünyada en fazla yetiştirilen yemeklik baklagil 29.234.228 ha ekim alanı ve 23.816.123 ton üretim ile fasulyedir (FAO, 2016). Ülkemizde 2015 yılı TÜİK verilerine göre en fazla üretimi yemeklik baklagil cinsi 460.000 ton ile nohut iken bunu 340.000 ton ile kırmızı mercimek ve 235.000 ton ile kuru fasulye takip etmekle birlikte ekilen alanı bakımından da fasulye üçüncü sırada yer almaktadır (Tuik, 2016). Ülkemizde kişi başına yıllık ortalama 3-4 kg fasulye, 4-5 kg mercimek ve 5-6 kg nohut tüketildiği dikkate alındığında, yemeklik tane baklagillerin ülkemiz insanları açısından önemi büyüktür.

Fosfor, tarımsal üretimi sınırlayan önemli bir makro bitki besin elementidir. Diğer makro besin elementleri ile kıyaslandığında topraktan bitki tarafından alımı ve hareketliliği sınırlı olup immobil haldedir (Yıldız 2012). Topraklarda fiksasyon, çökelme ya da immobilizasyon reaksiyonları sonucu hızla yarayışsız formlara dönüşmeleri nedeniyle çiftçiler bitki ihtiyacının çok üzerinde fosforu gübre olarak uygulamaktadır (Turan ve Horuz 2012). Kimyasal zenginleştirmeler sonucu elde edilen fosforlu gübrelerin kullanımı hem fosforlu gübrelerin üretim prosesinden gelen Cr, Cd, Pb, Ni ve Cu gibi bazı ağır metallerin de toprağa ve bitkiye geçmesine hem de her geçen gün artan fosfor talebi var olan rezervlerin azalmasına neden olmaktadır (Syers et. al., 2008).

Organik tarımda ise fosfor kaynağı olarak fosfat kayasının kullanımına izin verilmektedir. Ancak fosfat kayasının çözünürlüğünün güç olması tarımda kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle fosfat kayasının çözünürlüğü artırmak amacıyla farklı uygulamalar yapılmaktadır.

Bu uygulamalardan birisi mikrobiyal gübrelemedir. Mikrobiyal gübreler bitki için gerekli olan bitki besin elementlerinin topraktan alınmasında rol oynayan tarımsal üretimde kullanılan canlı mikroorganizmalardır (Anonim, 2010). Mikrobiyal gübreler birçok bitkide bitki gelişimini

ve verimi artırmada, bitkilerin besin elementi alımını artırmada, toprak kaynaklı hastalıkların kontrol edilmesinde, organik atıkların ayrışmasında, toprak yapısı ve verimliliğinin iyileştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Nishio, 1996). Bitki rizosfer bölgesinde mevcut olan mikroorganizmalar doğrudan ve dolaylı olarak bitki besin maddelerinin etkinliğine pozitif etki yaptığı ve ayrıca toprağı koruyucu ve çevreye dost etkilerinin bulunduğu bilinmektedir (Eşitken vd., 2006). Mikrobiyal gübreler içerisinde bakteriler önemli bir yere sahiptir. *Acinetobacter, Alcaligenes, Arthrobacter, Azospirillium, Azotobacter, Bacillus, Beijerinckia, Burkholderia, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Rhizobium* and *Serratia* cinsleri içerisinde bulunan bu tür bakterilere bitki büyümesini artırıcı rhizobacteriler (PGPR) denilmektedir (Sturz and Nowak, 2000; Sudhakar et. al., 2000, Eşitken vd., 2006). Bakterilerin azot fiske edebilme, bitkisel hormon ve vitamin sentezi, etilen sentezinin engellenmesi, besin alımının ve stres koşullarına dayanıklılığının artırılması, inorganik fosfat çözünürlüğü ve organik fosfatın mineralizasyonu yoluyla bitki büyümesini ve gelişimini teşvik etme özellikleri bulunmaktadır (Reis et. al.1994; Vance, 1997; Eşitken vd., 2006).

Yapılan çalışmalarda bitki ve topraklardan izole edilen bazı mikroorganizmaların, organik ve inorganik formda bulunan ortofosfatları çözme yeteneğine sahip oldukları belirtilmiştir (Barea et. al. 2005). Bu fosfat çözücü mikroorganizmalar, hidroksi ve flor apatit içeren Ca–fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$) ve kaya fosfatı ile Fe ve Al fosfatları kolaylıkla çözebilme yeteneğine sahip oldukları yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (Kucey, 1983; Nahas, 2007, Günes vd. 2013). Fosfat çözücü mikroorganizmaların fosfat kayası ya da çözünemez formdaki fosfor formlarının asitleşme, şelatlama, değişim reaksiyonları ve glukonik asit üretimi gibi prosesler sonucunda çözünebilir forma dönüştüğü belirlenmiştir (Rodriguez et. al.2004; Chung vd. 2005; Uzun 2014). Bu işlemler aynı zamanda ilave edilen diğer gübrelerin topraktaki hareketini artırarak bitki tarafından daha kolay alınmasını sağlamaktadır (Rajan et. al.1996; Uzun 2014). Özellikle topraktaki yarayışlılığı sınırlı olan fosforun bitkiler tarafından daha kolay ve fazla alınmasına neden olmaktadır (Pal 1998; Zaida et. al.2003; Uzun 2014).

Organik gübrelerin toprakta mikroorganizmalarca ayrışma ve parçalanmasıyla açığa çıkan birçok organik bileşikler ve humus toprak özelliklerinin iyileşmesine olumlu etki yapmaktadır. Humus ve yapısını oluşturan hümik ve fulvik asitler kolloidal özelliklere sahip olduğundan toprakta kum, silt ve kil fraksiyonlarının bağlanarak agregat oluşumunu artırır ve buna bağlı olarak toprak yapısını iyileştirir (Martin et. al. 1962; Stevenson,1967; Stevenson,1982; Mayhew, 2005). Bunun sonucu kaymak tabakası oluşumunu ve toprak sıkışmasını azaltır veya önler, toprağın su tutma kapasitesini artırır, suyun ve havanın toprak içindeki hareketini düzenler, bitkilerin su alımını artırır. Bunun yanında hümik ve fulvik asitlerin çok yüksek iyon değiştirme kapasitelerine sahip olması ve bunların hidrolizi ile çok miktarda aminoasitler ve

organik asitlerin açığa çıkması nedeniyle toprağın katyon değiştirme kapasitesini (KDK) ve tamponlama kapasitesini artırarak, bitki besin elementlerinin topraktan kaybını azaltır, toprakta besin elementlerinin elverişliliğini ve bitkilerce alımını artırır, toprak reaksiyonunun değişmesine ve toprak tuzlulaşmasına karşı tamponlama özelliğini artırarak bitkisel üretimde tuz zararını azaltır ve topraktaki mikroorganizma faaliyetini arttırır. Sonuç olarak humik ve fulvik asitlerin toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine yaptığı olumlu etkileri ile bitki tohumlarının çimlenmesi, kök ve toprak üstü aksamının gelişimini ve çiçeklenmeyi artırarak, toprak suyu ve havasından daha iyi yararlanmasını ve dengeli beslenmesini sağlayarak bitki verim ve kalitesini önemli düzeylerde artırır (Gezgin vd., 2012).

Dolayısıyla bu proje kapsamında fosfor çözücü bakteri ve önemli bir toprak düzenleyici olan humik asit uygulamalarının fosfor yarayışlılığı üzerine etkileri ve organik fasulye yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* l.) yetiştiriciliğinde hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının verim ve verim öğelerine etkisinin bir arada karşılaştırıldığı çalışmalara bakıldığında hem yurt içi hem de yurtdışında yapılan çalışmalar içerisinde herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı, böylelikle yapılan çalışma fosfat kayasının çözünürlüğüne humik asit ve mikrobiyal gübrelerin hem ayrı hem de birlikte etkilerinin incelenmesi literatüre yeni katkılar sağlayacağı gibi ilerde yapılacak olan çalışmalara ışık tutmak konusunda da önemli bir yere sahip olacaktır. Bu çalışma ile fasulye bitkisindeki bu literatür açığının giderilmesi amaçlanmıştır. Konu ile ilgili yapılmış benzer çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

WANG et. al. (1995), alkali topraklarda buğday bitkisinde, fosforun dönüşümü üzerine hümik asitin etkisini tarla ve saksı denemelerinde yürüttükleri çalışmada toprağa fosforla birlikte hümik asit ilavesinin suda çözünebilir fosfor miktarını önemli derecede arttırdığını, fosfor alımını ve buğday verimini % 25 arttırdığını bildirmişlerdir.

BENEDETTİ et. al. (1996), hümik asitin N,P,K gübreleri ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen ürün artışının humik asidin tek başına verilmesinden daha fazla olduğunu ve humik asit uygulamalarının toprakta P yarayışlılığını artırdığını bildirmişlerdir.

LOBARTİNİ et. al. (1997), hümik asit ve mineral besin maddesi uygulamalarının bitki kuru ağırlığına, besin elementi içerik ve alımını ile tohumun çimlenmesine olumlu etkiler olduğunu bildirmişlerdir.

ERDAL vd. (2000), kireçli topraklarda uygulanan hümik asit ve fosforun mısır bitkisinde bitki kuru ağırlığını, bitki P konsantrasyonunu, bitki tarafından alınan P miktarı ile toprakta kalan yarayışlı P konsantrasyonunu artırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca hümik asitin P ile birlikte uygulanması durumunda tek başlarına uygulamasından daha etkili olduğu saptamışlardır.

BOZOĞLU vd. (2004), potasyum humat uygulamasının bezelye çeşitlerinde verim ve bazı çeşit özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları çalışma sonucunda potasyum humat uygulamasının bitkide bakla sayısı ve bitki başına tane bakla verimine etkisi istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmişler ve baklada tane sayısı ile dekara verimde Sprinter çeşidinde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

BÜYÜKKESKİN (2008), hümik asitin *Vicia faba* L.' da fide gelişimine ve alüminyum toksisitesine etkisinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada; Hoagland çözeltisine eklenen humik asitin toprakta yetiştirilen baklanın özellikle kök gelişimini arttırarak bitki büyüme ve gelişimi olumlu olarak desteklediğini belirtmişlerdir.

SHAABAN et. al. (2009), buğdayda ticari hümik asit ve %10 N, P ve K içeren gübre uygulaması çalışma sonucunda kontrole göre hümik asit uygulamalarının bitki boyu, başak boyu, verim ve biyolojik verimi arttırdığını açıklamışlardır.

MOKHTARZADEH (2010), farklı dozlardaki hümik asit uygulamalarının bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, hümik asitin nohutta verim ve verim ögelerine etkisini istatistiksel olarak önemli olduklarını bildirmişlerdir.

HAMZA et al. (2016), farklı dozlardaki fosfor ve bor uygulamalarının maş fasulyesinde büyüme ve verim üzerine etkisini araştırmak üzere Bangladesh Ziraat Fakültesinde yapılan çalışmada sadece fosfor uygulamalarının yapıldığı parsellerde en yüksek verimin 1.19 t/ha ile 40 kg/ha P uygulamasından elde ettiğini bunun yanısıra 40 kg/ha P x 1.5 kg/ha B uygulamasından da denemenin 1.25 t/ha ile en yüksek tane veriminin alındığı bildirmişlerdir.

ANANTHİ et. al. (2014), maş fasulyesinde yapraktan uygulanan büyüme düzenleyici ve hümik asit uygulamalarının fasulye verim ve besin içeriğine etkisi üzerine yapılan araştırma en yüksek verimi 0.1 % HA(Humic acid) + 0.1 ppm BR(Brassinosteroid) uygulamalarından aldıklarını bildirmişlerdir.

TOGAY vd. (2014), fosfor ve kükürt gübrelemesinin mercimek çeşidi performansına etkisi üzerine yapılan çalışmada en yüksek verimin 40 kg/ha fosfor ile 90 kg/ha kükürt uygulamasının yapıldığı parsellerden elde ettiğini bildirmişlerdir.

DOGAN vd. (2014), mercimek bitkisinde hümik asid ve fosfor uygulamalarının verim ve verim parametrelerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada hümik asit ve fosfor uygulamalarının mercimekte önemli seviyede verim ve verim parametrelerinde artış elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ve en yüksek tane verimini her iki yılda da 80 kg/ha fosfor ve 600 kg/ha hümik asit uygulamalarından elde ettiklerini bildirmişlerdir.

MALİK et. al. (2013), fosfor ve biyogübre uygulamalarının maş fasulyesi ile bezelye üzerindeki etkilerini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada fosfor uygulama dozlarının yükseldikçe ve biyogübreleme uygulamasının yapıldığı parsellerde kontrol grubuna göre önemli derecede tane verimini arttırdığını bildirmişlerdir.

CHESTİ et. al. (2012), Jammu ve Kashmir ekolojik koşullarında organik ve inorganik fosfor kaynaklarının maş fasulyesi kalitesine etkisi üzerine yaptıkları araştırmada fosfor çözücü bakterilerin uygulandığı parsellerdeki maş fasulyesinin protein oranının kontrole göre önemli derecede yüksek çıktığını ve kontrole göre fosfor çözücü bakteriye bağlı olarak protein oranının % 8-13 daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde fosforlu gübre uygulamalarında ise 30 kg/ha ile 60 kg/ha uygulamalarında protein oranı değerinde önemli bir farklılığın olmadığını ancak kontrol grubuna göre önemli seviyede arttırdığını bildirmişlerdir.

KUMAR (2011), fosfor ve kükürt uygulamalarının bezelye performansına etkileri üzerine yaptığı çalışmada artan fosfor ve kükürt dozlarına göre bitki boyu, bakla boyu, bitki başına bakla sayısı, bakladaki tane sayısının arttığını bildirmiştir.

NAWANGE et. al. (2011), fosfor ve kükürt uygulamalarının nohutta büyüme, verim ve verim parametreleri etkisi üzerine yaptıkları çalışmada fosforun büyüme parametrelerine, tane ile hasattan sonra kalan bitki kalıntılarının oluşturduğu anız veriminde de önemli derecede etkili olduğunu, kükürtün de dozları arttıkça büyüme ve verim parametrelerinde önemli derecede artışlar olduğunu bildirmişlerdir.

SİNGH et. al. (2008), fosfor kaynakları ve seviyeleri ile fosfor çözücü bakterilerin siyah mercimekte verim ve büyüme parametrelerine etkileri üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek verimi 40 kg/ha DAP kaynaklı fosforun fosfor çözücü bakteriler ile birlikte uygulanan parsellerden aldıklarını, fosfor kaynaklarından DAP'ın fosfat kayasından daha iyi performans gösterdiğini, büyüme parametrelerinde de fosfor çözücü bakterilerin yalnız uygulandığı parsellerin kontrol parsellerine göre önemli çıktığını, sonuç olarak da fosfor kaynakları ile fosfor çözücü bakterilerin birlikte kullanılması verimin daha fazla arttıracağını bildirmişlerdir.

WAHİD et. al. (2015), farklı organik gübrelerde fosfat kayası ilavesinin buğday verimine ve fosfor alımına etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada istatisiksel olarak buğday verimini arttırdığını, en yüksek verimi 6000 kg/ha ile hümik asit ile kümes hayvanları gübresinin fosfat kayası ile birlikte verildiği parsellerden aldıklarını kontrol parsel verimine göre de % 54 daha

fazla aldıklarını bildirmişlerdir. Aynı şekilde bitkideki en yüksek azot alımı 322.8 kg/ha ve bitkideki en yüksek fosfor alımı ise 30 kg/ha fosfat kayası + hümik asit + kümes hayvanları gübresi uygulamasından aldıklarını bildirmişlerdir.

SHARIF et. al. (2013), buğday ve maş fasulyesinin fosfor alımında ve veriminde organik materyallere fosfat kayasının eklenmesinin etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada en yüksek maş fasulye verimini yarım doz Single Super Phosphate ile fosfat kayası uygulamasının birlikte verildiği parsellerden elde edildiğini bildirmişler. Fosfat kayasının değişik organik materyallerle birlikle karıştırılarak bitkilere verilmesinin ekonomik, çevre dostu olması yanında bitkilerin azot ve fosfor alımını ile verimlerini arttırma potansiyelleri olduğunu bildirmişlerdir.

GÜNEŞ vd. (2013), farklı bakteri uygulamalarının kaya fosfatının çözünürlüğü üzerine etkisini araştırmak üzerine yaptıkları çalışma sonucunda toprakta hal ihazırda bulunan fosfor ve ham fosfat kayaların çözünürlüğünü arttırmak için yapılan bakteri uygulamasının önemli düzeyde fosfor çözünürlüğüne katkı sağladıklarını bildirmişlerdir.

ERMAN vd. (2012), farklı dozlarda hümik asit ve *Rhizobium* bakteri aşılamasının mercimekte verim, verim öğeleri ve nodülasyona etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, incelenen özellikler bakımından aşılama uygulaması ve artan humik asit dozlarına paralel olarak kontrole göre önemli artışlar sağlandığını bildirmişleridir. En yüksek tane verimini 130.5 kg/da ile aşılama + en yüksek hümik asit dozu (90 kg/da) uygulamasından elde etmişlerdir.

ZAFAR et. al. (2011), fasulye bitkisinde farklı fosfor kaynakların ve bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin nodülasyon, verim ve besin alımına etkisi üzerine yaptıkları çalışmada fasulye veriminin, tanedeki protein oranının, tanedeki ve bitkideki toplam fosforun bitki gelişimini teşvik eden bakteriler kullanıldığında önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

HAGHIGHI et. al. (2011), farklı hümik asit gübreleme dozlarının üç farklı bakla çeşidindeki kalitatif ve kantitatif özellikleri üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları çalışmada Shami bakla çeşidinin hümik asit + makro element uygulamasında en yüksek verimi verdiğini, ayrıca hümik asitin tanedeki protein oranını arttırdığını bildirmişlerdir.

SHARMA et. al. (2010), pirinç-kolza-maş fasulyesi ekim nöbeti içerisinde fosfor dengesi ve verimliliğinde mussoorie fosfat kayası ve diamonyum fosfatın etkisi üzerine yaptıkları çalışmada fosfor uygulamalarının önemli derecede verim artışı sağladığını fosfat kayasının

fosfat çözücü bakterilerle birlikte verildiğinde birinci ekim nöbetinde %53-65 arasında üçüncü ekim nöbetinde ise bu oranın %69-109 çıktığını bildirmişler ve uzun vadede DAP'a alternatif bir gübreleme metodu olabileceğini saptamışlardır.

AKINCI vd. (2009), bakla köklerinin beslenme kompozisyonuna hümik asitin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada hümik asitin köklerde Na ve K içeriğini önemli derecede arttırdığını, Ca ve Fe içeriğini de de arttırdığını fakat önemli derecede olmadığını buna karşın Cu, Mn ve Zn içeriklerini azalttığını bildirmişlerdir.

EŞİTKEN vd. (2010) organik tarım şartları altında yürüttükleri çalışmada fosfor çözebilen mikroorganizmaların Fern çilek çeşidinde verim ve besin elementi miktarına etkilerini incelenmişlerdir. Denemede üç mikroorganizma (Bacillus M-3, Aspergillus FS9 ve FS11) biyogübre olarak kullanılmıştır. Üç yılın sonunda elde edilen verilere göre mikroorganizmaların meyve verimini ve yaprakta N, P, K, Fe, Mn ve Zn miktarlarını artırdığı belirlenmiştir. Bütün mikrobiyal uygulamaların, kontrol ile karşılaştırıldığında, kümülatif verimi (%54-70) arasında artırdığı bildirilmiştir.

SHARAR et. al. (1999), Pakistan'ın Faisalabad şehrinde iki maş fasulyesi çeşidinde (NM-54 ve NM-92) 0, 5, 10 ve 15 kg/da fosfor seviyelerinin verim ve bazı verim unsurları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitki boyu, bakla sayısı, bin tane ağırlığı ve tane veriminin değişik fosfor uygulamalarında önemli ölçüde etkilendiği ve 10 kg/da fosfor uygulamasıyla maksimum tane veriminin (109 kg/da) elde edildiği görülmüştür.

EL-GİZAWY and MEHASEN (2009), fosfat çözücü bakteriler ile uygulanan kimyasal gübrenin fasulyede tane verimi, verim parametreleri, tanede azot, fosfor ve çinko içeriğinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

UZUN (2014), yapmış olduğu araştırmada fosfor dozlarının artışına bağlı olarak; agronomik etkinliğin düştüğünü, fizyolojik etkinlik değerinin düştüğünü, agrofizyolojik etkinliğinin azaldığını, fosfor kullanım etkinliğinin azaldığını, translokasyon etkinliğinin azaldığını ve geri dönüşüm etkinliğinin düştüğünü bildirmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Denemede kullanılan fasulye çeşidi ve özellikleri

Projede materyal olarak 1998 yılında Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil edilmiş Göynük 98 çeşidi kullanılmıştır. Göynük 98 fasulye çeşidi; bitki boyu 45-55 cm, dik gelişen, tane tipi horoz olup rengi beyaz, 1000 tane ağırlığı 53.5-55.0 g, vejetasyon süresi 110-120 gün olup biraz geççi çeşittir.

3.1.2. Deneme yeri

Bu proje, 2015 yılında Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne ait merkez kampüs arazilerinde yürütülmüştür.

3.1.3. Deneme yerinin iklim özellikleri

Projenin yürütüldüğü 2015 yıllına ait aylık sıcaklık (°C), nispi nem (%) ve yağış (mm) değerleri ile bunların uzun yıllar ortalamaları Çizelge 3.1.3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1.3.1. Deneme alanına ait 2015 yıllı ile uzun yıllara ilişkin aylık sıcaklık (°C), nispi nem (%) ve yağış (mm) değerleri

	Aylık ortalama sıcaklık (°C)		Aylık ortalama nispi nem (%)		Aylık toplam yağış (mm)	
Aylar	**2015**	**Uzun Yıllar**	**2015**	**Uzun Yıllar**	**2015**	**Uzun Yıllar**
Ocak	-0.9	-1.7	77.1	76.5	46.8	33.5
Şubat	2.1	0.1	70.8	73.6	72.7	34.8
Mart	6.1	5.1	68.6	67.3	90.8	43.8
Nisan	9.4	10.7	57.1	62.2	60.4	54.0
Mayıs	15.4	15.1	54.1	60.5	57.2	51.8
Haziran	18.2	19.1	64.2	55.3	98.8	40.4
Temmuz	22.8	22.6	44.3	49.1	0.5	9.9
Ağustos	24.3	22.1	44.9	49.5	9.6	6.1

*Kayseri Meteoroloji İl Müdürlüğü verileri

Denemenin yürütüldüğü mayıs-ağustos aylarında ölçülen sıcaklık değerleri, özellikle fasulye çiçeklenme ve bakla tutuma dönemine denk gelen Temmuz ayında uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmiştir. Ayrıca denemenin yürütüldüğü mayıs-ağustos aylarında ölçülen nispi nem değerleri ise, Haziran ayı hariç diğer aylarda, o aylara ait uzun yıllar ortalamasının

altında seyretmiştir. Denemenin yürütüldüğü ayların yağış miktarları, mayıs ve haziran ayları uzun yıllar ortalamalarının üzerinde seyretmiştir.

3.1.4. Deneme yerinin toprak özellikleri

Deneme alanı temsil edecek şekilde deneme kurulmadan önce başlangıç durumunu tespit etmek amacıyla, deneme alanını temsil edecek şekilde farklı noktalardan olmak üzere 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilerek, başlangıç toprak analizleri yapılmıştır. Deneme alanına ait yapılan toprak analizi sonuçları Çizelge 3.1.4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3.1.4.1. Deneme yerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Tekstür				**pH**	**% Organik Madde**	**%Kireç**	**P_2O_5 kg/da**	**EC mmhos/cm**
Özellikler	**%Kil**	**% Silt**	**% Kum**	**Sınıfı**					
Analiz Değerleri	7,70	8,32	83,98	Tınlı Kum	7,1	0,143	1,43	3,63	0,143

Çizelge 3.1.4.1. incelendiğinde; deneme alanı topraklarında %7,70 oranında kil, %8,82 oranında silt, %83,98 oranında kum mevcut olup tınlı kumlu toprak sınıfına girmektedir. Deneme alanındaki topraklarda ortalama olarak elverişli fosfor 3,63 kg/da olarak tespit edilmiştir.

3.1.5. Denemede kullanılan gübrelerin özellikleri

Fosfat kayası Gübretaş firmasından temin edilmiş %29,30 P_2O_5 içermektedir. Humik asit Yeditepe Üniversitesinden temin edilmiş olup, HUMANICA ticari ismi ile satışa sunulmaktadır. Humanica bitkisel kökenli ve organik sertifikalı olup içeriği Çizelge 3.1.5.1'de verilmiştir. Buna göre Humanica %40 organik madde ve %50 toplam Hümik ve Fülvik asit içermektedir. Mikrobiyal gübre olarak *Bacillus pumilus* C26 fosfat çözücü özelliğe sahip bakteri kullanılmıştır.

Çizelge 3.1.5.1. Deneme Yerine Uygulanan Hümik Asit İçeriği

Materyal	Nem (%)	Organik Madde (%)	Toplam Hümik + Fülvik Asit (%)
Hümik asit	35	40	50

3.2. Yöntem

Bu proje, 2015 yılında Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne ait merkez kampüste bulunan arazide ve Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür.

3.2.1. Toprak hazırlığı

Ekim yapılacak olan deneme parselinde daha önceden 5-6 yıl tarımsal faaliyet yürütülmediği için, ekimi düşünülen parsel ekim-kasım aylarında DSİ'den kiralanan paletli dozer ile bir metre derinliğinde yırtılmış, arkasına kulaklı pulluk ile derin bir toprak işlemesi ile birlikte kazayağı çekilmiştir. Nisan ayında da tekrar bir toprak işlemesi yapılıp taş toplama makinesi ve el ile arazide bitki çıkışına engel teşkil edecek materyaller parsellerden uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.2.1.1; Şekil 3.2.1.2.).



Şekil 3.2.1.1. Toprak hazırlık işlemleri



Şekil 3.2.1.2. Toprak hazırlık işlemleri sırasında taş toplama

3.2.2. Hümik asit, fosfat kayası ve mikrobiyal gübre uygulamaları

Bakteriler nutrient broth ortamında büyütüldükten sonra son konsantrasyon 10^8 CFU/ml'ye olacak şekilde ayarlanmış ve bakterilerin tohum yüzeyine bağlanmasını kolaylaştırmak için ise %0,2 sukroz ilave edilmiştir. Daha sonra tohumlar steril cam kavanozlara bırakılarak üzerlerini örtecek şekilde bakteriyel inokulumla kaplanmış ve bakteriyel süspansiyonla muamele edilen tohumlar, süzülüp kurutma kağıtları üzerine serilerek kurutulma işlemine tabi tutulduktan ekime hazır hale getirilmiştir.

Tarla hazırlığı tamamlandıktan sonra parseller oluşturulmuştur. Dekara 2 kg hesabıyla humik asit ve dekara 0, 7.5, 15 ve 22.5 kg P_2O_5 olacak şekilde fosfat kayası uygulanmıştır. Toz halindeki hümik asit 5 litre saf su ile çözündürülüp parsellere ekimden önce uygulanmıştır ve çapa motoru ile toprağa karıştırılması sağlanmış tırmıkla toprak tesviyesi yapılmıştır (Şekil 3.2.3.1).





Şekil 3.2.2.1. Mikrobiyal gübrelerin besin ortamında büyütülmesi ve denemede kullanılan hümik asit

3.2.3. Ekim ve bakım

Deneme ekimi, projede verilen iş planına göre 12 Mayıs 2015 tarihinde yapılmıştır. Denemede ana parsellere humik asit (2 uygulama), alt parsellere mikrobiyal gübre (2 uygulama) ve altın altı parsellere de fosfat kayası dozları (4 uygulama) yerleştirilmiştir (2x2x4x4=64). Sıra arası 45 cm sıra üzeri 10 cm, parsel boyu 3 m ve her parselde 6 sıra olacak şekilde ekim yapılmıştır (Şekil 3.2.3.1; Çizelge 3.2.3.1.).

Ekim yapıldıktan sonra yağmurlama sulama sistemi ile çıkışlar gerçekleşene kadar deneme alanı sulanmış ve çıkışlardan sonra damla sulama sistemi kurulmuştur. Yabancı otların gelişmesini önlemek amacıyla çapa ile mücadele yapılmış ve boğaz doldurma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2.3.1. Deneme parsellere hümik asit ve fosfat kayası uygulaması



Şekil 3.2.3.2. Deneme parsellerinde ekim işlemleri

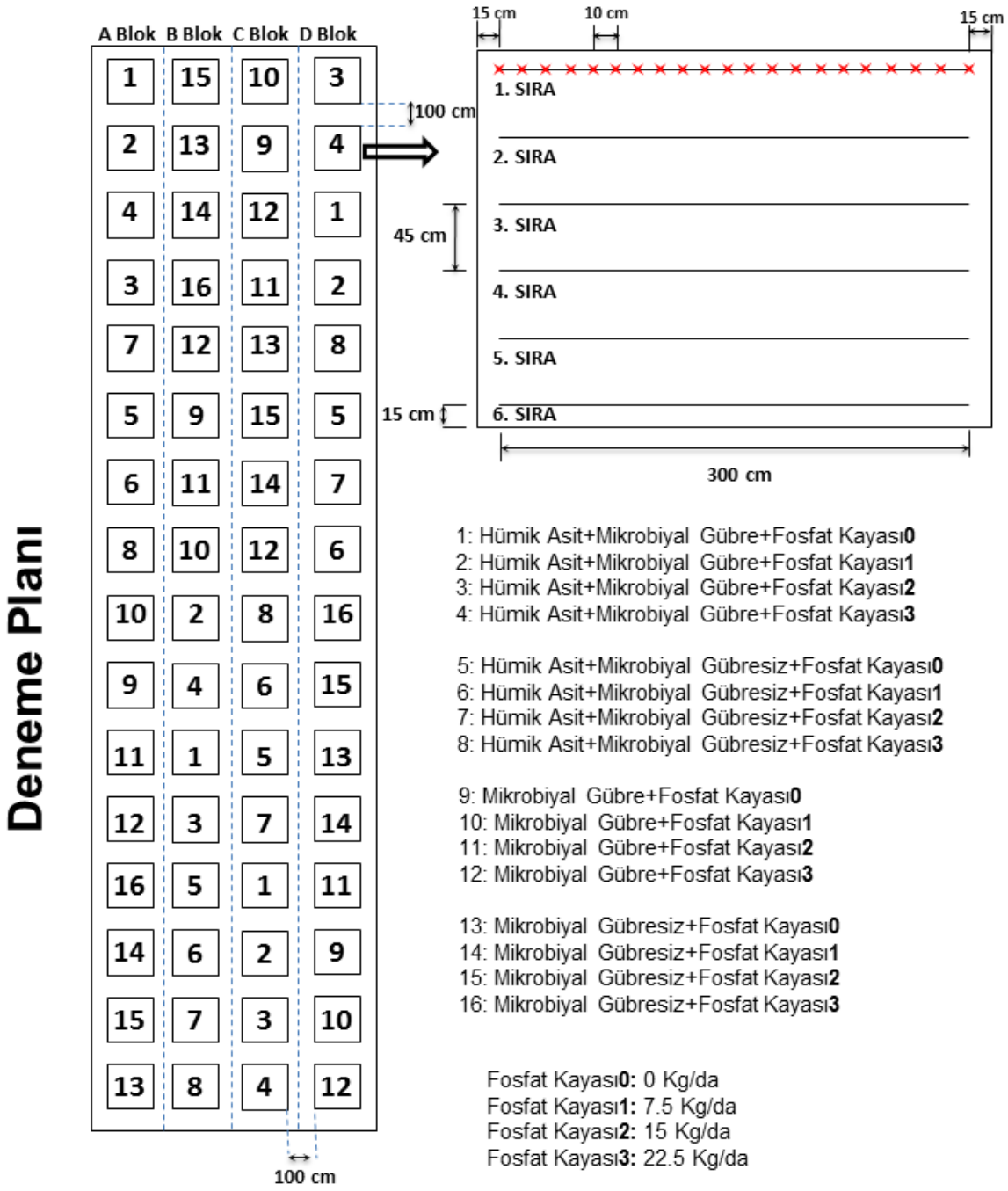


Şekil 3.2.3.3. İlk sulamada meme başlarının ayarlanması ve ilk çıkışların gözlemlenmesi



Şekil 3.2.3.4. Vejetatif gelişme döneminde denemeden genel bir görünüm

Çizelge 3.2.3.1. Yapılan çalışmaya ait deneme deseni





Şekil 3.2.3.5. Bakla bağlama döneminde denemeden genel bir görünüm

3.2.4. Hasat

Hasat, 14 Ağustos 2015 tarihinde her parselden 10'ar bitki alınmıştır ölçümleri yapılmıştır ve arkasına her parselin kenar tesirleri çıkartılarak tüm bitkilerin hasadı elle yapılmıştır. Hasat sonrasında bitkiler, kese torbalara konulmuş ve hemen arkasında baklaların kızışmasını önlemek için bakla hasatları yapılmış ve kurumaya bırakılmıştır. Kurutulmuş baklalardan tanelerin harmanı yapılıp temizlenerek analizlere hazır hale getirmiştir (Şekil 3.2.4.1; 3.2.4.2.).



Şekil 3.2.4.1. Fasulye hasadı



Şekil 3.2.4.1. Fasulye harmanlama

3.2.5. İncelenen özellikler

Denemede, çiçeklenme gün sayısı, fizyolojik olum, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, baklada tane sayısı, birim alan tane verimi, hasat indeksi, biyolojik verim, metrekaredeki bitki sayısı, yüz tane ağırlığı ve tanedeki protein oranı incelenmiştir (Çiftçi ve Şehirali, 1984).

Tanenin ve bitkinin fosfor içeriği (%) (Kacar 1972), gübre kullanım etkinlik parametreleri(agronomik etkinlik, fizyolojik etkinlik, agrofizyolojik etkinlik, P kullanım etkinliği, P translokasyon etkinliği, geri dönüşüm etkinliği)(Dobermann 2005; Uzun 2014) incelenmiştir.

1) Çiçeklenme gün sayısı (gün): Çıkış tarihi ile bitkilerin en az %50'sinde çiçeklenmenin görüldüğü tarih arasındaki gün sayısıdır.

2) Fizyolojik olum (gün): Çıkış tarihi ile bitki tacının ortasındaki baklaların sarardığı tarih arasındaki gün sayısıdır.

3) Bitki boyu (cm): Her parselden tesadüf olarak seçilen 10 örnek bitkide, toprak seviyesi ile bitkinin en uç noktası arasındaki uzaklık cm olarak ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

4) İlk bakla yüksekliği (cm): Her parselden tesadüf olarak seçilen 10 örnek bitkide, oluşan ilk baklaların toprak yüzeyinden olan uzaklığı cm olarak ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

5) Bitkide dal sayısı (adet/bitki): Seçilen örnek bitkilerin ana gövdesi üzerinde oluşan dalları sayılarak bitkide ortalama dal sayıları hesaplanmıştır.

6) Bitkide bakla sayısı (adet/bitki): Seçilen 10 örnek bitkilerin dolu baklaları sayılarak ortalamaları alınmıştır.

7) Bitkide tane sayısı (adet/bitki): Örnek bitkilerdeki tane sayıları sayılarak ortalamaları alınmıştır.

8) Baklada tane sayısı (adet/bakla): Seçilen örnek bitkilerin dolu baklalarında bulunan taneler sayılarak bakla sayısına bölünecek ve ortalama değerleri hesaplanmıştır.

9) Birim alan tane verimi (kg/da): Her deneme parselinden kenar tesirleri atıldıktan sonra geriye kalan alan hasat edilmiş ve daha sonra harmanlanarak elde edilen taneler tartılmıştır. Elde edilen parsel verimleri dekara çevrilerek birim alan tane verimleri saptanmıştır.

10) Hasat indeksi (%): Tüm parseller için ayrı ayrı olmak üzere kenar sıra tesirleri atıldıktan sonra, kuru tane ağırlığının toplam bitki ağırlığına (tane+kuru ot) oranının %'si olarak hesaplanmıştır.

11) Biyolojik verim (kg/da): Her deneme parselinden kenar tesirleri atıldıktan sonra geriye kalan alan hasat edilmiş ve hasat edilen bitkiler tartılmıştır. Elde edilen verimler dekara çevrilerek biyolojik verimleri hesaplanmıştır.

12) Yüz tane ağırlığı (g): Elde edilen taneler rasgele 100'er adetlik 4 grup oluşturularak sayılmış ve 0.01 g duyarlı terazide tartılacak ortalamaları alınıp yüz tane ağırlıkları hesaplanmıştır.

13) Tanedeki protein oranı (%): Kjeldahl yöntemi uygulanarak % azot miktarı bulunacak ve elde edilen değerler 6.25 ile çarpılarak uygulamaların tanelerindeki ham protein oranları hesaplanmıştır.

14) Tanenin ve bitkinin fosfor içeriği (%): Bitki örneklerindeki toplam P tayini ise Kacar 1972 tarafından bildirildiği gibi molibdovanado-fosforik asit yöntemine göre yapılmıştır.

15) Gübre kullanım etkinlik parametreleri: Farklı dozlarda uygulanan fosfat kayası ile mikrobiyal gübre ve humik asit uygulamalarına bağlı olarak gübre kullanım etkinlik parametreleri (agronomik etkinlik, fizyolojik etkinlik, agrofizyolojik etkinlik, P kullanım etkinliği, P translokasyon etkinliği, geri dönüşüm etkinliği) Dobermann 2005 ve Uzun 2014'e göre hesaplanmıştır.

3.2.6. İstatistiksel Değerlendirme

Tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak yürütülen bu çalışmadan elde edilen değerler, GENSTAT paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve konular arasındaki farklılıkların önem seviyelerini belirlemek amacıyla "Duncan Testi" uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)

Çizelge 4.1.1.'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin çiçeklenme gün sayısı bakımından sadece mikrobiyal gübre uygulaması istatistiki (P≤0.05) yönden önemli bulunmuş, diğer tüm uygulamalar istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin çiçeklenme gün sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	25,672	8,557	11,177*
Hümik asit(A)	1	0,016	0,016	0,020
Hata$_1$	3	2,297	0,766	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	40,641	40,641	13,570*
AxB	1	4,516	4,516	1,508
Hata$_2$	6	17,969	2,995	
Fosfat kayası(C)	3	2,422	0,807	1,126
(AxC)	3	0,547	0,182	0,254
(BxC)	3	0,172	0,057	0,080
(AxBxC)	3	1,297	0,432	0,603
Hata$_3$	36	25,813	0,717	
Genel	63	121,359		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Fasulye bitkisinde çiçeklenme gün sayısı yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.1.2'de özetlenmiştir ve mikrobiyal gübre uygulamaların ortalamaları 45,44 gün çıkarken mikrobiyal gübrelemenin yapılmadığı uygulamaların ortalaması 47,09 gün çıkmıştır. Fasulye bitkisi çiçeklenme gün sayısı üzerine hümik asit uygulama ortalamaları 46,28 gün çıkarken hümik asit uygulanmadığı takdirdeki ortalamalar 46,25 gün çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar GÜNEŞ (2011) çalışması ile paraleldir.

Çizelge 4.1.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin çiçeklenme gün sayısına etkisine ait ortalamalar (gün)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	47,00	47,50	48,00	47,00	
	MG1	47,00	44,75	45,50	45,25	
ORT		45,88	46,50	46,63	46,00	46,25
HA1	MG0	47,00	47,00	46,75	46,50	
	MG1	45,75	45,75	46,00	45,50	
ORT		46,38	46,38	46,38	46,00	46,28
G. ORT. (FK)		46,13	46,44	46,50	46,00	
G. ORT (MG)	MG0	47,09 a				
	MG1	45,44 b				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.2. Fizyolojik Olum (gün)

Çizelge 4.2.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin fizyolojik olum gün sayısı üzerine etkisi incelendiğinde yapılan tüm uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki yönden önemsiz bulunmuştur. Fasulye bitkisinin fizyolojik olum gün sayısına ait elde edilen ortalamalar Çizelge 4.2.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2.2'deki fasulye bitkisinin fizyolojik olumuna ortalama değerler 88,25- 90,25 gün arasında değişim göstermiştir. Yapılan uygulamaların fasulye bitkisi fizyolojik olum süresi üzerine etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.2.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fizyolojik olum süresine üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	9,313	3,104	1,461
Hümik asit(A)	1	2,250	2,250	1,059
Hata$_1$	3	6,375	2,125	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,063	0,063	0,020
AxB	1	9,000	9,000	2,929
Hata$_2$	6	18,438	3,073	
Fosfat kayası(C)	3	5,688	1,896	1,222
(AxC)	3	0,500	0,167	0,107
(BxC)	3	3,688	1,229	0,792
(AxBxC)	3	0,750	0,250	0,161
Hata$_3$	36	55,875	1,552	
Genel	63	111,938		

Çizelge 4.2.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fizyolojik olum süresine etkisine ait ortalamalar (gün)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	88,75	89,50	89,75	88,25	
	MG1	88,25	89,25	88,25	88,25	
ORT		88,50	89,38	89,00	88,50	88,84
HA1	MG0	88,25	88,75	89,25	89,00	
	MG1	89,50	90,25	89,50	89,25	
ORT		88,88	89,50	89,38	89,13	89,22
G. ORT. (FK)		88,69	89,44	89,19	88,81	

4.3. Bitki Boyu (cm)

Çizelge 4.3.1'e bakıldığında, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin bitki boyu yönünden hümik asit dozları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak P≤0.05 seviyesinde, fosfat kayası ile HA x MG, HA x FK, MG x FK ve HA x MG x FK interaksiyonları da istatistiksel olarak P≤0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitki boyu üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	1,065	0,355	1,658
Hümik asit(A)	1	7,29	7,29	34,039*
Hata$_1$	3	0,6425	0,21417	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,27563	0,27563	0,316
AxB	1	38,7506	38,7506	44,466**
Hata$_2$	6	5,22875	0,87146	
Fosfat kayası(C)	3	488,504	162,835	367,325**
(AxC)	3	100,599	33,5329	75,644**
(BxC)	3	371,298	123,766	279,193**
(AxBxC)	3	50,8256	16,9419	38,218**
Hata$_3$	36	15,959		
Genel	63	1080,438	-	

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Fasulye bitkisinin bitki boyu yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.3.2'de özetlenmiştir. Çizelge 4.3.2'de de görüldüğü gibi fosfat kayası dozlarında en uzun bitki boyu 46,994 cm ile FK3 dozundan elde edilirken en kısa bitki boyu 39.998 cm ile FK0 dozundan elde edilmiştir. Mikrobiyal gübre uygulamaları arasında istatistiksel bir farklılık elde edilmemiştir. Hümik asit, Mikrobiyal gübre ve fosfat kayası interaksiyonlarına bakıldığında en uzun bitki boyu değerleri 49,525 cm ile H0-MG0-FK3, 49.100 cm ile H0-MG1-FK1, 52.150 cm ile HA1-MG0-FK3 ve 47.55 cm ile HA1-MG1-FK2 uygulamalarından elde edilmiştir.

Fasulye bitkisinin bitki boyu artan fosfat kayası dozlarına göre artış gösterirken, benzer şekilde hümik asit uygulaması ve mikrobiyal gübre uygulamalarında da artan fosfat

kayası dozları kontrol grubuna göre bitki boyunda artışlar sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar SHAABAN et al. (2009), KUMAR (2011) ve SHARAR et. al. (1999)'ın yapmış oldukları çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.3.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitki boyu üzerine etkisine ait ortalamaları (cm)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	37,925 d	42,650 c	46,375 b	49,525 a	
	MG1	45,625 b	49,100 a	44,500 c	42,950 d	
ORT		41,775	45,875	45,438	46,238	44,831
HA1	MG0	38,350 d	41,975 c	47,525 b	52,150 a	
	MG1	38,050 c	44,300 b	47,550 a	43,350 b	
ORT		38,200	43,138	47,537	47,750	44,156
G. ORT. (FK)		39,988	44,506	46,488	46,994	
G. ORT (MG)	MG0	44,559				
	MG1	44,428				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.4. İlk Bakla Yüksekliği (cm)

Çizelge 4.4.1'e bakıldığında, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği yönünden mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak P≤0.05 seviyesinde, fosfat kayası uygulaması ile HA x MG, HA x FK, MG x FK ve HA x MG x FK interaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak P≤0.01seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	7,017	2,339	42,017**
Hümik asit(A)	1	0,164	0,164	2,946
Hata$_1$	3	0,167	0,056	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	7,263	7,263	12,967*
AxB	1	10,001	10,001	17,856**
Hata$_2$	6	3,361	0,560	
Fosfat kayası(C)	3	15,844	5,281	15,823**
(AxC)	3	12,163	4,054	12,147**
(BxC)	3	11,476	3,825	11,461**
(AxBxC)	3	13,917	4,639	13,899**
Hata$_3$	36	12,016	0,334	
Genel	63	93,389		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.4.2'de özetlenmiştir. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği üzerine ait ortalamaları incelendiğinde yalnız fosfat kayası uygulamaları içerisinde en yüksek ilk bakla yüksekliği 12,355 cm ile FK3 dozundan elde edilirken FK2 doz uygulaması ile istatistiki olarak aynı grupta yer almaktadır. Hümik asit uygulamasının yapılmadığı, Mikrobiyal gübre uygulamasının yapıldığı parsellerde en yüksek ilk bakla yüksekliği 12,613 cm ile FK1 dozunda, en düşük ilk bakla yüksekliği ise 9,738 cm ile FK3 dozundan elde edilmiştir. Hümik asit uygulamalarının yapıldığı, Mikrobiyal gübre uygulamalarının yapılmadığı parsellerde ise en uzun ilk bakla yüksekliği 11,668 cm ile FK3 dozundan elde edilmiştir. Hümik asit ve mikrobiyal gübrelemelerin birlikte verildiği uygulama parsellerinde ise en uzun ilk bakla yüksekliği 13,308 cm ile FK3 dozundan elde edilirken kontrol grubunda da 10,520 cm olmuştur.

Fosfat kayası dozları artıkça fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliğini arttırdığı, hümik asitin artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak ilk bakla yüksekliğini arttırdığı, hümik asit mikrobiyal gübre ve artan fosfat kayası dozlarının uygulandığı parsellerde ilk bakla yüksekliğini kontrol grubuna göre artırdığı Çizelge 4.4.2 de görülmektedir. Bulunan şonuçlar

ile SHAABAN *et al.* (2009), MOKHTARZADEH (2010), DOGAN vd. (2014), NAWANGE et. al. (2008), SİNG et. al. (2008), SHARIF et. al. (2013), ERMAN vd. (2012), EŞİTKEN vd. (2010) ve EL-GİZAWY and MEHASEN (2009)'un elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.4.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin ilk bakla yüksekliği üzerine etkisine ait ortalamalar (cm)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	10,068 c	11,288 b	11,633 ab	12,355 a	
	MG1	11,688 b	12,613 a	10,813 b	9,738 c	
ORT		10,878	11,950	11,223	11,046	11,274
HA1	MG0	9,725 c	10,320 bc	10,873 ab	11,668 a	
	MG1	10,520 c	12,410 b	12,205 b	13,308 a	
ORT		10,123	11,365	11,539	12,488	11,378
G. ORT. (FK)		10,500	11,658	11,381	11,767	
G. ORT (MG)	MG0	10,991				
	MG1	11,662				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.5. Bitkide Ana dal Sayısı (adet)

Çizelge 4.5.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin anadal sayısı bakımından HA x MG ile MG x FK interaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.05 seviyesinde, fosfat kayası dozları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.01seviyesinde önemli bulunmuştur.

Fasulye bitkisinin anadal sayısı yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.5.2'de verilmiştir. Çizelge 4.5.2'ye bakıldığında fosfat kayası uygulamalarının genel ortalamasında bitkideki anadal sayısı ortalamaları en düşük 2,981 adet ile FK0 dozunda en yüksek ise 3,488 adet ile FK2 dozunda görülürken diğer uygulamalar da istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Yapılan uygulamaların fasulye bitkisinin ana dal sayısı üzerine etkisine bakıldığında istatiksel olarak fosfat kayası uygulamalarının önemli çıktığını söyleyebiliriz. Elde edilen sonuçlar ile DOGAN vd. (2014)'ün bulmuş olduğu sonuçlar paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.5.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin anadal sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	0,04297	0,01432	0,230
Hümik asit(A)	1	0,08266	0,08266	1,328
Hata$_1$	3	0,18672	0,06224	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,00141	0,00141	0,044
AxB	1	0,21391	0,21391	6,722*
Hata$_2$	6	0,19094	0,03182	
Fosfat kayası(C)	3	2,58422	0,86141	13,590**
(AxC)	3	0,08797	0,02932	0,463
(BxC)	3	0,59672	0,19891	3,138*
(AxBxC)	3	0,37672	0,12557	1,981
Hata$_3$	36	2,282	0,063	
Genel	63			

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin anadal sayısı üzerine etkisine ait ortalamaları (adet)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	3,000	3,625	3,375	3,525	
	MG1	3,000	3,450	3,700	2,950	
ORT		3,00	3,538	3,538	3,238	3,328
HA1	MG0	2,800	3,375	3,375	3,225	
	MG1	3,125	3,350	3,500	3,300	
ORT		2,963	3,363	3,438	2,263	3,256
G. ORT. (FK)		2,981 b	3,450 a	3,488 a	3,250 ab	
G. ORT (MG)	MG0	3,288				
	MG1	3,297				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.6. Bitkide Bakla Sayısı (adet)

Çizelge 4.6.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin bakla sayısı bakımından hümik asit ile HA x MG interaksiyonu arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.05 seviyesinde, mikrobiyal gübre, fosfat kayası dozları ve fosfat kayası ile ilgili tüm interaksiyonlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.01seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.6.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide bakla sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	1,485	0,495	0,222
Hümik asit(A)	1	233,708	233,708	104,657*
$Hata_1$	3	6,699	2,233	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	319,069	319,069	276,762**
AxB	1	64,200	64,200	55,688*
$Hata_2$	6	6,917	1,153	
Fosfat kayası(C)	3	334,130	111,377	84,920**
(AxC)	3	137,477	45,826	34,940**
(BxC)	3	50,501	16,835	12,835**
(AxBxC)	3	60,309	20,103	15,328**
$Hata_3$	36	47,216	1,312	
Genel	63	1261,711		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Fasulye bitkisinin bakla sayısı yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.6.2'de verilmiştir. Fasulye bitkisinin bitkideki bakla sayısı üzerine ait ortalamaları değerlendirildiğinde en az bitkideki bakla sayısı humik asit ve mikrobiyal gübre uygulanmayan parsellerde 12.650 adet ile FK3 dozundan, en fazla bitkideki bakla sayısı ise 17,050 ve 18.275 adet ile FK1 ve FK2 dozlarından elde edilmiştir. Mikrobiyal gübre uygulandığında ise en az 13.00 adet ile FK3 dozundan en fazla ise 22,90 adet ile FK1 dozundan elde dilmiştir. Hümik asit uygulanan parsellerde ise mikrobiyal gübre uygulanmadığında en az 13,175 adet ile FK0 en fazla ise 20,650 adet ile FK2 dozundan

elde edilmiştir. Hümik asit ve mikrobiyal gübre birlikte uygulandığında ise en az 19,775 adet ile FK0, en fazla ise 26,850 adet ile FK3 uygulamasından elde edilmiştir. Hümik asit ortalamalarına bakıldığında hümik asit uygulanan parsellerden elde edilen bitkideki ortalama bakla sayısı 20,328 adet iken hümik asitin verilmediği parsellerden elde edilen bitkilerdeki ortalama bakla sayısı 16,506 adet olmuştur. Aynı şekilde mikrobiyal gübreleme uygulamasının yapıldığı parsellerdeki bitkilerin bakla sayısı ortalamaları 20,650 adet olmuştur.

Fasulye bitkisinin bakla sayısı fosfat kayası uygulamalarına bağlı olarak artış ve azalışlar göstermesine karşın mikrobiyal gübre uygulamaları ve hümik asit uygulamaları bitkideki bakla sayısını kontrol grubuna göre arttırmıştır ve en yüksek bitkideki bakla sayısı ortalama değeri üçlü interaksiyonun en yüksek fosfat kayası dozundan elde edilmiştir. Bulmuş olduğumuz sonuçlar BOZOĞLU vd. (2004), KUMAR (2011) ve SHARAR et. al. (1999) yapmış oldukları çalışmalarla desteklenmektedir.

Çizelge 4.6.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide bakla sayısı üzerine etkisine ait ortalamalar (adet)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	13,125 b	17,050 a	18,275 a	12,650 b	
	MG1	14,900 c	22,900 a	20,150 b	13,000 d	
ORT		14,013	19,975	19,213	12,825	16,506
HA1	MG0	13,175 d	18,000 b	20,650 a	16,550 c	
	MG1	19,775 c	25,325 a	22,300 b	26,850 a	
ORT		16,475	21,663	21,475	21,700	20,328
G. ORT. (FK)		15,244	20,819	20,344	17,263	
G. ORT. (MG)	MG0	16,184				
	MG1	20,650				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.7. Bitkide Tane Sayısı (adet)

Çizelge 4.7.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin bitkide tane sayısı bakımından hümik asit uygulaması arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.05 seviyesinde, mikrobiyal gübre, fosfat kayası dozları, HA x FK ve HA x MG x FK uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.01seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.7.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide tane sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	176,340	58,780	1,087
Hümik asit(A)	1	1028,004	1028,004	19,006*
Hata$_1$	3	162,264	54,088	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	1712,925	1712,925	45,940**
AxB	1	59,098	59,098	1,585
Hata$_2$	6	223,716	37,286	
Fosfat kayası(C)	3	2906,610	968,870	26,177**
(AxC)	3	917,224	305,741	8,261**
(BxC)	3	186,788	62,263	1,682
(AxBxC)	3	615,123	205,041	5,540**
Hata$_3$	36	1332,442	37,012	
Genel	63	9320,535		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.7.2 incelendiğinde hümik asit ve mikrobiyal gübre uygulanmayan parsellerde en düşük bitkide tane sayısı 38,900 adet ile FK3 dozundan, en yüksek bitkideki tane sayısı 61,600 adet ile FK2 dozundan elde edilirken FK1 dozu ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Mikrobiyal gübre uygulamasının yapıldığı parsellerde ise en düşük bitkideki tane sayısı 42.200 ile FK3 dozundan elde edilmiştir ve diğer uygulamalar ortalaması ise en yüksek bitkideki tane sayısına sahip olan parseller ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Hümik asit uygulamasının verildiği parsellerde ise en yüksek bitkideki tane sayısı 67.775 adet ile FK2 uygulanan parsellerden en düşük bitkideki tane sayısı ise 47.000 ile FK3 dozundan elde edilmiştir. Hümik asit ve mikrobiyal gübrenin birlikte uygulandığı parsellere

bakıldığında en yüksek bitkideki tane sayısı ortalamaları FK2 ve FK3 dozundan elde edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde fosfat kayası dozlarının artışı ile fasulye bitkisindeki tane sayısı belli bir doza kadar artış göstermekte daha sonra azalmaktadır. Mikrobiyal gübre, hümik asit ve üçlü interaksiyon uygulamalarına bakıldığında bitkideki tane sayısı kontrol grubuna göre önemli derecede artışlar söz konusudur. Elde edilen bulgular BOZOĞLU vd. (2004), MOKHTARZADEH (2010), DOGAN vd. (2014), MALİK et.al. (2013), KUMAR (2011), NAWANGE et. al. (2008), SİNG et. al. (2008), WAHİD et. al. (2015), ERMAN vd. (2012), ZAFAR et. al. (2011), SHARAR et. al. (1999), ve EL-GİZAWY and MEHASEN (2009)'un bulmuş oldukları sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.7.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin bitkide tane sayısı üzerine etkisine ait ortalamalar (adet)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	44,175 b	54,350 a	61,600 a	38,900 b	
	MG1	57,575 a	66,375 a	66,575 a	42,200 b	
ORT		50,875	60,356	64,087	40,550	53,969
HA1	MG0	50,625 bc	58,000 b	67,775 a	47,000 c	
	MG1	59,575 b	62,700 b	75,550 a	74,650 a	
ORT		55,100	60,350	71,663	60,825	61,984
G. ORT. (FK)		52,988	60,356	67,875	50,688	
G. ORT (MG)	MG0	52,803				
	MG1	63,150				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.8. Baklada Tane Sayısı (adet)

Çizelge 4.8.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin baklada tane sayısı bakımından HA x MG ve MG x FK uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.05 seviyesinde, fosfat kayası dozları ve HA x MG x FK uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak p≤0.01seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin baklada tane sayısı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	0,278	0,093	0,961
Hümik asit(A)	1	0,701	0,701	7,253
Hata$_1$	3	0,290	0,097	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,357	0,357	3,072
AxB	1	0,964	0,964	8,292*
Hata$_2$	6	0,697	0,116	
Fosfat kayası(C)	3	4,075	1,358	16,969**
(AxC)	3	0,334	0,111	1,391
(BxC)	3	0,796	0,265	3,313*
(AxBxC)	3	1,109	0,370	4,617**
Hata$_3$	36	2,882	0,080	
Genel	63	12,483		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8.2'ye bakıldığında mikrobiyal gübre ve hümik asit uygulamalarının ayrı ayrı yapıldığı parsellerdeki en yüksek bakladaki tane sayısı kontrol gruplarından elde edilmiştir. HA x MG x FK uygulamasının yapıldığı parsellerdeki en yüksek bakladaki tane sayısı FK2 dozundan elde edilirken en az bakladaki tane sayısı ise FK1 dozundan elde edilmiştir.

Hümik asit ve mikrobiyal gübre uygulamaları fasulye bitkisindeki bakladaki tane sayısını kontrol grubuna göre arttırmamıştır.

Çizelge 4.8.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin baklada tane sayısı üzerine etkisine ait ortalamalar (adet)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	3,464 a	3,207 a	3,421 a	3,076 a	
	MG1	3,936 a	2,952 b	3,328 b	3,337 b	
ORT		3,700	3,080	3,374	3,206	3,340
HA1	MG0	3,865 a	3,221 bc	3,370 b	2,857 c	
	MG1	3,023 ab	2,490 c	3,420 a	2,801 bc	
ORT		3,444	2,855	3,395	2,829	3,131
G. ORT. (FK)		3,572	2,967	3,384	3,018	
G. ORT (MG)	MG0	3,310				
	MG1	3,161				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.9. Birim Alan Tane Verimi (kg/da)

Çizelge 4.9.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinde birim alan tane verimi yönünden hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları arasındaki farklılıklar ile HA x MG, HA x FK, MG x FK ve HA x MG x FK interaksiyonları istatistiki (p≤0.01) yönden önemli bulunmuştur. Fasulye bitkisinde tane verimi yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları çizelge 4.9.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.9.2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, fasulye bitkisinde genellikle hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının birim alan tane verimlerini arttırdığını söyleyebiliriz. Hümik asit ve mikrobiyal gübre uygulanmayan parsellerde en yüksek tane verimi 305.9 kg/da ile FK2 dozunda belirlenmiş olup, bunu FK3 ve FK1 dozları izlemiştir. En düşük tane verimleri ise FK verilmeyen kontrol parselinden elde edilmiştir. Mikrobiyal gübre uygulamasının yapıldığı parsellerde ise en yüksek tane verimi FK1 parselinden (335.3 kg/da) elde edilirken bunu azalan sırayla FK2 ve FK0 parselleri takip etmiştir. FK3 uygulamasında ise en düşük tane verimi ortalaması belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin birim alan tane verimi üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	222,171	74,057	9,565*
Hümik asit(A)	1	19189,176	19189,176	2478,354**
Hata$_1$	3	23,228	7,743	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	50501,326	50501,326	1173,940**
AxB	1	2657,402	2657,402	61,773**
Hata$_2$	6	258,112	43,019	
Fosfat kayası(C)	3	25772,589	8590,863	499,498**
(AxC)	3	8388,638	2796,213	162,580**
(BxC)	3	7218,633	2406,211	139,904**
(AxBxC)	3	4513,781	1504,594	87,482**
Hata$_3$	36	619,164	17,199	
Genel	63	119364,220		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Hümik asit uygulaması yapılan ancak mikrobiyal gübre verilmeyen parsellerde en düşük tane verimleri FK0 parselinde (243.8 kg/da) belirlenmiştir. FK uygulamaları ile tane verimleri de artmış ve en yüksek ortalamalara FK2 parselleri sahip olmuştur. Mikrobiyal gübre uygulaması yapılan parsellerde de benzer şekilde en düşük verim FK uygulanmayan kontrol parsellerinde (326.0 kg/da) elde edilmiş olup, artan FK dozlarına bağlı olarak yaklaşık % 21'lik bir verim artışı ile en yüksek ortalamalar FK3 dozunda saptanmıştır (Çizelge 4.9.2).

Fasulye bitkisinin tane verimleri artan fosfor uygulamalarına bağlı olarak yükselmekte hümik asit ve mikrobiyal gübre interaksiyonları ile önemli derecede artışlar sağlamakta bununla birlikte en yüksek tane verimi üçlü interaksiyonun en yüksek fosfat kayası dozu uygulamasından elde edilmesi sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar DOGAN vd. (2014), MALİK et. al (2013), ERMAN vd. (2012), SHARAR et. al. (1999) ve EL-GİZAWY AND MEHASEN (2009) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.9.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin birim alan tane verimi üzerine ait ortalamaları (kg/da)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	214,8 d	277,6 b	305,9 a	263,8 c*	
	MG1	300,5 c	335,3 a	315,2 b	284,3 d	
ORT		257,7	306,5	310,5	274,1	287,2
HA1	MG0	243,8 d	288,8 c	320,3 a	296,3 b	
	MG1	326,0 d	344,0 c	359,4 b	395,9 a	
ORT		284,9	316,4	339,8	346,1	321,8
G. ORT. (FK)		271,3	311,4	325,2	310,0	
G. ORT (MG)	MG0	276,4				
	MG1	332,6				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.10. Hasat İndeksi (%)

Çizelge 4.10.1 incelendiğinde mikrobiyal gübre x hümik asit interaksiyonu dışında tüm yapılan uygulamaların fasulye bitkisinin hasat indeksi üzerine etkisi istatistiki (p≤0.01) yönden önemli bulunmuştur.

Fasulye bitkisinde hasat indeksi yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.10.2'de verilmiştir. Çizelge 4.10.2'den de görüldüğü üzere sadece fosfat kayası verilen parseller ortalamasına bakıldığında en yüksek hasat indeksi FK1 dozundan elde edilirken en düşük hasat indeksi FK3 dozundan elde edilmiştir. Mikrobiyal gübrelemenin uygulandığı parseller ortalamasına bakıldığında en yüksek hasat indeksi FK3 dozundan elde edilirken FK2 dozu ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Hümik asitin uygulandığı parseller incelendiğinde en yüksek hasat indeksi FK2 dozundan elde edilirken en düşük hasat indeksi dozu kontrol grubundan elde edilmiştir. Hümik asit mikrobiyal gübre ve fosfat kayası birlikte uygulandığında ise uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.10.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin hasat indeksi üzerine etkisinin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	1,609	0,536	12,849*
Hümik asit(A)	1	12,567	12,567	301,067**
Hata$_1$	3	0,125	0,042	-
Mikrobiyal Gübre(B)	1	10,857	10,857	19,370**
AxB	1	0,162	0,162	0,289
Hata$_2$	6	3,363	0,561	--
Fosfat kayası(C)	3	41,439	13,813	43,811**
(AxC)	3	11,215	3,738	11,857**
(BxC)	3	54,545	18,182	57,668**
(AxBxC)	3	122,175	40,725	129,171**
Hata$_3$	36	11,350	0,315	-
Genel	63	269,407		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin hasat indeksi etkisine bakıldığında fosfat kayası doz artışına bağlı olarak mikrobiyal gübre uygulamalarının hasat indeksini arttırdığını, üçlü interaksiyonunun etkisine bakıldığında kontrol grubuna göre artış gösterdiğini fakat fosfat kayası doz artışlarının istatiksel olarak etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar SİNGH et. al. (2008) ve SHARMA et. al. (2010)'un sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.10.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin hasat indeksi üzerine ait ortalamaları (%)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	29,770 ab	30,548 a	29,555 b	24,505 c	
	MG1	26,128 c	27,410 b	31,808 a	31,925 a	
ORT		27,949	28,979	30,681	28,215	28,956
HA1	MG0	27,918 c	28,198 c	31,195 a	30,210 b	
	MG1	30,058	30,403	30,173	30,585	
ORT		28,988	29,300	30,684	30,398	29,842
G. ORT. (FK)		28,468	29,139	30,683	29,306	
G. ORT (MG)	MG0	28,987				
	MG1	29,811				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.11. Biyolojik Verim (kg/da)

Çizelge 4.11.1 incelendiğinde mikrobiyal gübre x hümik asit interaksiyonu dışında tüm uygulamaların fasulye bitkisinin biyolojik verim özelliği üzerine etkisi istatistiki (p≤0.01) yönden önemli bulunmuştur.

Fasulye bitkisinde biyolojik verim yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.11.2'de verilmiştir. Çizelge 4.11.2'den de görüldüğü gibi sadece fosfat kayası verilen parseller ortalamasına bakıldığında en yüksek biyolojik verim FK3 dozundan elde edilirken en düşük biyolojik verim ise kontrol grubu olan FK0 dozundan elde edilmiştir. Mikrobiyal gübrenin uygulandığı parseller ortalamasına bakıldığında en yüksek biyolojik verim FK1 dozundan elde edilirken en düşük biyolojik verim kontrol grubundan elde edilmiştir. Hümik asitin verildiği parseller ortalamasına bakıldığında en yüksek biyolojik verim FK2 dozunda olurken en düşük biyolojik verim kontrol grubunda olmuştur. Hümik asit ve mikrobiyal gübrenin birlikte verildiği parseller ortalamasına bakıldığında FK3 dozu en yüksek biyolojik verim değerine sahip olurken FK1 dozu ise en düşük byolojik verim değerine sahip olmuştur. Artan fosfat kayası dozları, mikrobiyal gübre uygulamaları, hümik asit uygulamaları ve bunların üçlü interaksiyonları fasulye bitksinin biyolojik verim parametresi üzerinde kontrol grubuna göre önemli seviyede artışlara sebep olmuştur. Elde edilen bu sonuç SHAABAN *et al.* (2009) ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.11.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin biyolojik verim üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	447,323	149,108	1,373
Hümik asit(A)	1	15828,785	15828,785	145,748**
Hata$_1$	3	325,812	108,604	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	163589,914	163589,914	4865,256**
AxB	1	10,160	10,160	0,302
Hata$_2$	6	201,745	33,624	
Fosfat kayası(C)	3	52425,455	17475,152	351,191**
(AxC)	3	12826,467	4275,489	85,923**
(BxC)	3	5998,570	1999,523	40,184**
(AxBxC)	3	10696,767	3565,589	71,656**
Hata$_3$	36	1791,348	49,760	
Genel	63	264142,346		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.11.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin biyolojik verim üzerine etkisine ait ortalamaları (kg/da)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	297,3 d	313,2 c	331,4 b	361,4 a	
	MG1	364,1 c	481,7 a	428,3 b	436,9 b	
ORT		330,7	397,4	379,8	399,2	376,8
HA1	MG0	314,1 d	340,6 c	409,9 a	367,7 b	
	MG1	408,3 d	433,0 c	487,5 b	504,8 a	
ORT		361,2	386,8	448,7	436,3	408,2
G. ORT. (FK)		345,9	392,1	414,3	417,7	
G. ORT (MG)	MG0	342,0				
	MG1	443,1				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.12. Yüz Tane Ağırlığı (gr)

Çizelge 4.12.1 incelendiğinde fosfat kayasının uygulandığı parsellerde fasulye bitkisinin yüz tane ağırlığı üzerine etkisi istatistiki (p≤0.01) yönden önemli bulunurken, diğer tüm uygulamalar ortalaması istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.12.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin yüz tane ağırlığı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	44,320	14,773	4,847
Hümik asit(A)	1	0,007	0,007	0,002
Hata$_1$	3	9,144	3,048	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	6,359	6,359	2,710
AxB	1	3,142	3,142	1,339
Hata$_2$	6	14,080	2,347	
Fosfat kayası(C)	3	19,558	6,519	8,573**
(AxC)	3	1,209	0,403	0,530
(BxC)	3	1,791	0,597	0,785
(AxBxC)	3	5,768	1,923	2,528
Hata$_3$	36	27,377	0,760	
Genel	63	132,755		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Fasulye bitkisinde yüz tane ağırlığı yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar ile farklılık gruplandırmaları çizelge 4.12.2'de verilmiştir. Fosfat kayası uygulamalarının genel ortalamalarına bakıldığında 41.776 gram ile en yüksek yüz tane ağırlığı FK1 dozundan elde edilirken kontrol grubu ile FK2 doz uygulaması aynı istatistiki grupta yer almıştır. FK3 dozu ise en düşük yüz tane ağırlığına sahip olmuştur. Yapılan uygulamalar genel değerlendirildiğinde yüz tane ağırlığı bakımından fosfat kayasının genel ortalamaları hariç istatiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.12.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin yüz tane ağırlığı üzerine ait ortalamaları (gr)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	39,841	42,201	40,703	40,560	
	MG1	40,969	41,754	41,383	39,935	
ORT		40,405	41,978	41,043	40,248	40,918
HA1	MG0	40,151	40,691	41,006	39,756	
	MG1	41,353	42,457	41,059	41,028	
ORT		40,752	41,574	41,032	40,392	40,938
G. ORT. (FK)		40,578 ab	41,776 a	41,035 ab	40,320 b	
G. ORT. (MG)	MG0	40,615				
	MG1	41,242				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.13. Tanedeki Protein Oranı (%)

Çizelge 4.13.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı üzerine etkisi incelendiğinde yapılan tüm uygulamalar ve interaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki (p≤0.05) yönden önemsiz bulunmuştur. Fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar çizelge 4.13.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.13.2'deki fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı üzerine ait ortalama değerlere bakıldığında en yüksek protein oranı %23,96 ile sadece fosfat kayası uygulanan parsellerin FK3 dozundan elde edilirken en düşük protein oranı ise %20,54 ile kontrol grubu uygulamaları ortalamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamaların ortalama değerleri bu iki değer arasında değişim göstermektedir. Değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.13.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	71,189	23,730	3,310
Hümik asit(A)	1	1,071	1,071	0,149
Hata$_1$	3	21,505	7,168	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,179	0,179	0,031
AxB	1	7,521	7,521	1,287
Hata$_2$	6	35,057	5,843	
Fosfat kayası(C)	3	18,493	6,164	1,356
(AxC)	3	14,753	4,918	1,082
(BxC)	3	22,948	7,649	1,682
(AxBxC)	3	3,112	1,037	0,228
Hata$_3$	36	163,697	4,547	
Genel	63	359,524		

Çizelge 4.13.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin tanedeki protein oranı üzerine ait ortalamaları (%)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	20,54	21,70	22,76	23,96	
	MG1	21,91	23,42	24,28	22,52	
ORT		21,23	22,56	23,52	23,24	22,64
HA1	MG0	22,14	22,57	22,63	23,34	
	MG1	21,73	23,89	21,53	21,21	
ORT		21,93	23,23	22,08	22,27	22,38
G. ORT. (FK)		21,58	21,89	22,80	22,75	
G. ORT. (MG)	MG0	22,45				
	MG1	22,56				

4.14. Tanenin Fosfor İçeriği (%)

Çizelge 4.14.1'de de görüldüğü gibi, hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin tanedeki fosfor içeriği yönünden etkisi incelendiğinde yapılan tüm uygulamalar ve interaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki ($p \leq 0.05$) yönden önemsiz bulunmuştur. Fasulye bitkisinin tanedeki fosfor içeriği yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar çizelge 4.14.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.14.1 Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye tanesindeki fosfor içeriği etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	0,00581	0,00194	2,636
Hümik asit(A)	1	0,00681	0,00681	9,265
Hata$_1$	3	0,00220	0,00073	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,00003	0,00003	0,090
AxB	1	0,00009	0,00009	0,233
Hata$_2$	6	0,00220	0,00037	
Fosfat kayası(C)	3	0,00254	0,00085	1,103
(AxC)	3	0,00290	0,00097	1,261
(BxC)	3	0,00044	0,00015	0,191
(AxBxC)	3	0,00097	0,00032	0,422
Hata$_3$	36	0,02763113	0,000768	
Genel	63	0,05162975		

Fasulye bitkisi tanesindeki fosfor içeriğine ait ortalamalara bakıldığında fosfor dozlarının artışına bağlı olarak üçlü interaksiyon uygulaması hariç tüm uygulamalarda fosfor dozu artışına bağlı olarak tanedeki fosfor içeriğinde artış olmuştur fakat bu artış istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Tanedeki fosfor içeriği en yüksek HA1 x MG1 x FK2 dozundan % 0,379 olarak kaydedilmiştir. Tanedeki fosfor içeriği en düşük ise % 0,326 ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Diğer tüm uygulamalara ait ortalama tanedeki fosfor içeriği değerleri bu iki değer arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.14.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisi tanesindeki fosfor içeriği etkisine ait ortalamaları (%)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	0,326	0,339	0,349	0,356	
	MG1	0,331	0,334	0,349	0,359	
ORT		0,328	0,336	0,349	0,358	0,343
HA1	MG0	0,357	0,367	0,368	0,370	
	MG1	0,356	0,379	0,365	0,346	
ORT		0,357	0,373	0,366	0,358	0,363
G. ORT. (FK)		0,342	0,355	0,358	0,358	
G. ORT. (MG)	MG0	0,354				
	MG1	0,352				

4.15. Bitkinin Fosfor İçeriği (%)

Çizelge 4.15.1'e bakıldığında; hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası dozları uygulanan fasulye bitkisinin fosfor içeriği yönünden mikrobiyal gübre dozları arasındaki farklılıklar ile fosfat kayası dozları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. . Fasulye bitkisinin bitkideki fosfor içeriği yönünden uygulamalara göre elde edilen ortalamalar çizelge 4.15.2'de özetlenmiştir.

Fasulye bitkisinin fosfor içeriğine ait ortalamalara bakıldığında fosfor içeriği en düşük kontrol grubundan elde edilirken artan fosfor dozlarına bağlı olarak artış görülmektedir. Yapılan her bir uygulamanın kendi içerisinde fosfor dozları arttıkça bitkideki fosfor içeriklerinin de arttığı çizelge 4.15.2'de görülmektedir. Fosfat kayasının genel ortalamalarına bakıldığında %0,187 fosfor içeriği ile HA1 x MG1 x FK3 dozundan elde edilirken HA1 x MG1 x FK2 dozu ile aynı istatistiki grupta yer almaktadır. Mikrobiyal gübre uygulamalarının genel ortalamasına bakıldığında bakteri uygulanmayan parsellerdeki bitkilerin fosfor içeriği genel ortalaması % 0,167 çıkarken bakteri uygulanan parsellerdeki bitkilerin fosfor içeriği genel ortalaması %0,179 çıkmıştır ve yapılan uygulamalar istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde bitkinin fosfor içeriği fosfat kayası uygulamalarının doz artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Aynı şekilde mikrobiyal gübre uygulamasında da bitkideki fosfor içeriğinin kontrol grubuna karşın artış gösterdiğini söyleyebiliriz. Bulunan sonuçları ERDAL vd. (2000), ANANTHİ et. al. (2014), ZAFAR et. al. (2011) ve EŞİTKEN vd. (2010)'un çalışmaları desteklemektedir.

Çizelge 4.15.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fosfor içeriği etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	0,00467	0,00156	12,807
Hümik asit(A)	1	0,00007	0,00007	0,594
Hata$_1$	3	0,00037	0,00012	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	0,00216	0,00216	7,183*
AxB	1	0,00037	0,00037	1,231
Hata$_2$	6	0,00181	0,00030	
Fosfat kayası(C)	3	0,00519	0,00173	6,300*
(AxC)	3	0,00024	0,00008	0,290
(BxC)	3	0,00083	0,00028	1,008
(AxBxC)	3	0,00032	0,00011	0,388
Hata$_3$	36	0,00989	0,00028	
Genel	63	0,02593		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fosfor içeriği üzerine ait ortalamaları (%)

Hümik Asit (HA)	Mikrobiyal Gübre (MG)	FOSFAT KAYASI (FK)				
		FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	0,153	0,163	0,170	0,177	
	MG1	0,175	0,175	0,188	0,191	
ORT		0,164	0,169	0,179	0,184	0,174
HA1	MG0	0,146	0,166	0,170	0,191	
	MG1	0,169	0,172	0,177	0,182	
ORT		0,158	0,169	0,174	0,187	0,172
G. ORT. (FK)		0,161 c	0,169bc	0,176 ab	0,185 a	
G. ORT. (MG)	MG0	0,167 b				
	MG1	0,179 a				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

4.17. Gübre Kullanım Etkinlik Parametreleri

4.17.1. Agronomik etkinlik (kg/kg)

Birim gübre başına alınan tane verimi olarak agronomik etkinlik tanımlandığında fosfat kayası uygulanan parsellerin sonuçlarına bakıldığında, bakteri uygulanmayan her 1 kg P_2O_5 dozu için fasulye bitkisinin tane verimi 5,54 kg artmaktadır. Bu değer C26 bakterisi uygulandığında 8,61 kg'a, hümik asit uygulandığında 6,83 ve C26 bakterisi ile hümik asitin birlikte uygulanması sonucu 11,64 kg'a çıktığı Çizelge 4.17.1.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.17.1.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin agronomik etkinliği üzerine etkisi

Gübre	P_2O_5 (kg/da)	Bakteri Uygulaması (10^8 Cfu/ml)				
		Bakterisiz	C26	Hümik Asit	C26+HA	Ortalama
FK	**7,5**	8,37	16,06	9,86	17,22	**12,88**
	15	6,07	6,69	7,03	9,64	**7,36**
	22,5	2,17	3,09	3,62	8,05	**4,23**
	Ortalama	**5,54**	**8,61**	**6,83**	**11,64**	**8,16**

Fosfat kayası uygulamalarında fasulye bitkisinin agronomik etkinliği bakteri, hümik asit ve bunların birlikte uygulanması bakteri uygulanmayan parsellere göre artış göstermiş en yüksek değer bakteri ile hümik asitin birlikte uygulandığı parsellerde 11,64 kg olarak kaydedilmiştir. Ayrıca fosfor dozlarının artışına bağlı olarak agronomik etkinliğin düştüğü ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.17.1.1). Bulduğumuz sonuçlar UZUN (2014) ve HUSSEİN (2009)'un elde ettikleri değerlerle paraleldir.

4.17.2. Fizyolojik etkinlik (kg/kg)

Toplam bitkide biriken her birim fosfor için bitki verimindeki toplam artış diye fizyolojik etkinliği tanımlayacak olursak, fosfat kayası uygulanan parsellerde gübre uygulamalarına bağlı olarak bitkinin kaldırdığı her 1 kg fosfor bakterisiz uygulamada verimi 263,85 kg artırırken, C26 bakterisi uygulaması sonucunda 328,01 kg yükselmiş, hümik asit uygulaması sonucunda 262,21 kg hafif düşüş gösterirken hümik asit ve C26 bakterisinin birlikte uygulandığı parsellerde ise 321,56 kg elde edildiği Çizelge 4.17.2.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.17.2.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fizyolojik etkinliği üzerine etkisi (kg/kg)

Gübre	P_2O_5 (kg/da)	Bakteri Uygulaması (10^8 Cfu/ml)				Ortalama
		Bakterisiz	C26	Hümik Asit	C26+HA	
FK	**7,5**	262,37	378,25	248,99	295,67	**296,32**
	15	261,85	308,69	301,42	327,72	**299,92**
	22,5	267,33	297,08	236,22	341,30	**285,48**
	Ortalama	**263,85**	**328,01**	**262,21**	**321,56**	**293,91**

Fosfat kayası uygulamalarında fasulye bitkisinin agronomik etkinliği yalnız bakteri uygulanması ile ortalama 328,01 kg/kg ile en yüksek değere sahip olurken hümik asitin etkisinin olmadığı hümik asit ile C26 bakterisinin birlikte uygulandığın parsellerden elde edilen ortalama değere bakıldığında sadece C26 bakterisinin uygulandığı parsele göre yaklaşık 7 kg/kg daha az olduğu Çizelge 4.17.2.1'de görülmektedir. Artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak C26 bakteri uygulamasında fizyolojik etkinliğin azaldığını buna karşın hümik asit ile C26 bakterisinin birlikte verildiği parsellerde fizyolojik etkinliğin arttığını gözlemlenirken; gübre uygulamalarının artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak ortalama değerlerine bakıldığında ise önce 3 birim artışın daha sonra ise yaklaşık 4 kg/kg azalışın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17.2.1). Genel olarak değerlendirdiğimizde fosfor dozlarının artışına bağlı olarak fizyolojik etkinliğin düşüş gösterdiğini söyleyebiliriz (Çizelge 4.17.2.1). Bulduğumuz değerler UZUN (2014) ve FAGERİA and FİLHO (2007)'in elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.17.3. Agrofizyolojik etkinlik (kg/kg)

Agrofizyolojik etkinliği, uygulanan gübreye bağlı olarak bitkide biriken her birim fosforun yapmış olduğu tane artışı şeklinde ifade edecek olursak; artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak en düşük ortalama değer 221,88 kg/kg ile C26 bakteri uygulamasından en yüksek ortalama değerin ise 271,00 ile C26 bakterisi ile Hümik asitin birlikte uygulandığı parsellerden elde edildiği Çizelge 4.17.3.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.17.3.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin agrofizyolojik etkinliği üzerine etkisi (kg/kg)

Gübre	P_2O_5 (kg/da)	Bakteri Uygulaması (10^8 Cfu/ml)				Ortalama
		Bakterisiz	C26	Hümik Asit	C26+HA	
FK	**7,5**	246,52	250,48	219,53	236,39	**238,23**
	15	204,07	215,17	205,83	269,17	**223,56**
	22,5	288,63	168,97	240,29	307,43	**251,33**
	Ortalama	**246,41**	**211,54**	**221,88**	**271,00**	**237,71**

Fosfat kayası uygulamalarında fasulye bitkisinin agronomik etkinliği ortalama bakterisiz uygulamalarında 246,41 kg/kg, C26 bakterisi uygulandığında 211,54 kg/kg, hümik asit uygulandığında 221,88 ve C26 bakterisi ile hümik asitin birlikte uygulandığında da 271,00 kg/kg olarak elde edilmiştir. Agronomik etkinliğin artan fosfor dozları ortalamasının gübre çeşitlerine göre farklılık gösterdiğini C26 ve hümik asit uygulanan parsellerde ortalama olarak bakterisiz uygulamaya göre düşüş gösterdiğini fakat C26 bakterisi ile hümik asit uygulamasının birlikte verildiği parseller ortalamasında 271,00 kg/kg ile en yüksek değer elde edildiğini doğal olarak da artış gösterdiğini söyleyebiliriz. Ayrıca artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak agrofizyolojik etkinliğin C26 bakteri uygulamasında bariz bir azalışa neden olurken C26 bakterisi ile hümik asit uygulamalarının birlikte uygulandığı parsellerde ise bariz bir artışın olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 4.17.3.1). Elde edilen sonuçlar UZUN (2014) e göre benzerlik göstermektedir.

4.17.4. Fosfor kullanım etkinliği (kg/kg)

Verilen birim gübre başına toplam bitki verimindeki artışı fosfor kullanım etkinliği olarak ifade ettiğimizde, fosfat kayası uygulanan parsellerin fosfor kullanım etkinliği ortalama bakterisiz uygulamada 7,95 kg/kg, C26 bakterisi uygulandığında 21,79 kg/kg, hümik asit uygulandığında 12,31 kg/kg ve C26 bakterisi ile hümik asitin birlikte uygulandığı parsellerde ise 24,97 kg/kg olarak değişim göstermektedir. Artan fosfat kayası dozları ile fosfor kullanım etkinliğinin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.17.4.1).

Çizelge 4.17.4.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin fosfor kullanım etkinliği üzerine etkisi (kg/kg)

Gübre	P_2O_5 (kg/da)	Bakteri Uygulaması (10^8 Cfu/ml)				
		Bakterisiz	C26	Hümik Asit	C26+HA	Ortalama
FK	**7,5**	10,50	40,64	15,63	35,31	**25,52**
	15	8,34	15,43	14,54	22,32	**15,15**
	22,5	5,02	9,29	6,75	17,27	**9,58**
	Ortalama	**7,95**	**21,79**	**12,31**	**24,97**	**16,75**

Fosfor kullanım etkinliğini ortalama olarak C26 bakterisinin hümik asitle birlikte verildiği parsellerde en yüksek çıkmıştır. Fosfor çözücü bakterilerin fosfor kullanım etkinliğini arttırdığı SINGH et al. (2005); UZUN (2014), fosfor kullanım etkinliğinin artan fosfor dozlarına bağlı olarak azaldığı DAOUI et al.(2012); UZUN (2014) tarafından bildirilmektedir.

4.17.5. Translokasyon etkinliği (%)

Translokasyon etkinliğini toplam bitkide bulunan fosforun % kaçının taneye taşınması şeklinde ifade edersek, fosfat kayası uygulanan parsellerdeki ortalama translokasyon etkinliği değerleri bakterisiz uygulamada %63,28, C26 bakteri uygulamasında %56,64, hümik asit uygulamasında %62,99 ve C26 bakterisi ile hümik asit uygulamasının birlikte verildiği parsellerde ise %61,23 şeklinde değişimler göstermiştir (Çizelge 4.17.5.1).

Çizelge 4.17.5.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin translokasyon etkinliği üzerine etkisi (%)

Gübre	P_2O_5 (kg/da)	Bakteri Uygulaması (10^8 Cfu/ml)				
		Bakterisiz	**C26**	**Hümik Asit**	**C26+HA**	**Ortalama**
FK	**7,5**	64,80	57,11	65,20	63,59	**62,67**
	15	65,49	57,79	62,83	60,25	**61,59**
	22,5	59,55	55,01	60,93	59,85	**58,83**
	Ortalama	**63,28**	**56,64**	**62,99**	**61,23**	**61,03**

Uygulanan farklı gübrelerin artan fosfat kayası dozları ortalamasına baktığımızda fosfat kayası dozlarının artması ile fasulye bitkisinin translokasyon etkinliği düşmüştür. Hümik asit ve C26 bakterisi ile hümik asitin birlikte uygulandığı parsellerde artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak fasulye bitkisinin translokasyon etkinliği bariz azalışlar göstermiştir. Bulunan değerler UZUN (2014)'ün sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.17.6. Geri dönüşüm etkinliği (%)

Verilen gübrenin ne kadarının bitki tarafından alındığını geri dönüşüm etkinliği diye ifade ettiğimizde, bakteri olmadan uygulanan gübrenin ortalama %3,02'si, C26 bakterisi ile %6,29'u, hümik asit ile %4,65'i ve C26 bakterisi ile hümik asitin birlikte uygulandığı parsellerde ise %7,94'ü bitki tarafından kullanılmaktadır (Çizelge 4.17.6.1).

Çizelge 4.17.6.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının fasulye bitkisinin geri dönüşüm etkinliği üzerine etkisi (%)

Gübre	P_2O_5 (kg/da)	Bakteri Uygulaması (10^8 Cfu/ml)				
		Bakterisiz	**C26**	**Hümik Asit**	**C26+HA**	**Ortalama**
FK	**7,5**	4,00	10,74	6,28	11,94	**8,24**
	15	3,18	5,00	4,82	6,81	**4,95**
	22,5	1,88	3,13	2,86	5,06	**3,23**
	Ortalama	**3,02**	**6,29**	**4,65**	**7,94**	**5,48**

Farklı gübre uygulamalarının artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak ortalama geri dönüşüm etkinlik değerlerine baktığımızda dozların artışı ile geri dönüşüm etkinliğinin azaldığı, bakteri uygulamasının geri dönüşüm etkinliğini hümik asit ve bakterisiz uygulamalar ortalamalarına göre daha fazla etkili olduğu hatta C26 bakterisi ile hümik asitin her fosfat kayası ortalamalarında diğer gübrelere göre geri dönüşüm etkinliğinin daha fazla olduğu çizelge 4.17.6.1'de görülmektedir. Bulduğumuz sonuçlar SİNGH et al. (2005) ve UZUN (2014)'ün sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.18. Toprakta Elverişli Fosfor

Çizelge 4.18.1'e bakıldığında; hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içerikleri üzerine fosfat kayası dozları p≤0.01 seviyesinde, hümik asit x fosfat kayası interaksiyon etkisi istatistiki olarak p≤0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. Hümik asit, mikrobiyal gübre uygulamaları ile hümik asit x mikrobiyal gübre, mikrobiyal gübre x fosfat kayası ve hümik asit x mikrobiyal gübre x fosfat kayası interaksiyonları önemsiz çıkmıştır. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içeriği üzerine ait ortalamaları çizelge 4.18.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.18.1. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içeriği etkisine ait varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Bloklar	3	3,49972	1,16657	4,3228
Hümik asit(A)	1	0,34457	0,34457	1,2768
Hata$_1$	3	0,80959	0,26986	
Mikrobiyal Gübre(B)	1	15,8703	15,8703	2,8844
AxB	1	5,03778	5,03778	0,9156
Hata$_2$	6	33,0124	5,50207	
Fosfat kayası(C)	3	266,978	88,9925	25,2624**
(AxC)	3	38,0466	12,6822	3,6001*
(BxC)	3	12,3998	4,13328	1,1733
(AxBxC)	3	2,80788	0,93596	0,2657
Hata$_3$	36	126,81802	3,5227	
Genel	63	505,62426		

*:%5 düzeyinde önemli **: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.18.2. Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içeriği üzerine ait ortalamaları (kg/da)

Hümik	Mikrobiyal	FOSFAT KAYASI (FK)				
Asit (HA)	Gübre (MG)	FK0	FK1	FK2	FK3	ORT. (HA)
HA0	MG0	8,408	10,369	12,580	12,012	
	MG1	10,809	10,984	13,776	14,027	
ORT		9,609 cd	10,676 bcd	13,178 ab	13,093 ab	11,621
HA1	MG0	8,046	10,831	12,701	14,622	
	MG1	8,783	10,327	11,956	16,873	
ORT		8,415 bcd	10,579 bcd	12,329 bc	15,747 a	11,767
G. ORT. (FK)		9,012 b	10,628 b	12,753 a	14,383 a	
G. ORT. (MG)	MG0	11,196				
	MG1	12,192				

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 düzeyinde önemlidir

Hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarının toprakta elverişli fosfor içeriği üzerine ait ortalamalarına bakıldığında, hümik asit ve mikrobiyal gübre uygulanmayan parseller ortalamasında en düşük elverişli fosfor içeriği kontrol grubundan (8,408 kg/da) elde edilirken en yüksek elverişli fosfor içeriği FK2 (12,580 kg/da) dozundan elde edilmiştir. Hümik asit ile fosfat kayası interaksiyonu incelendiğinde 15,747 kg/da elverişli fosfor içeriği ile HA1 x FK3 dozundan elde edilirken 13,178 kg/da ile HA0 x FK2 dozundan elde edilen ortalama ve 13,093 kg/da ile HA0 x FK3 dozundan elde edilen ortalamalar ile istatistiki olarak en yüksek grupta yer almaktadır. Genel fosfat kayası ortalamaları değerlendirildiğinde ise artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak topraktaki elverişli fosfor miktarlarında artış gözlemlenmekte olup en yüksek değer 14,383 kg/da (FK3) ve12,753 kg/da (FK2) olarak kaydedilmiştir. Mikrobiyal gübre ortalamaları istatistiki olarak önemsiz çıkarken ortalamalar değerlendirildiğinde mikrobiyal gübrenin uygulanmadığı parsellerin ortalaması 11,196 kg/da iken mikrobiyal gübrenin uygulandığı parsellerin ortalaması 12,192 kg/da çıkmıştır. Hümik asit uygulanan parsellerin ortalamasında 11, 767 kg/da elverişli fosfor elde edilirken hümik asitin uygulanmadığı parsellerin ortalamasından da 11,621 kg/da elverişli fosfor elde edilmiştir. Uygulamalar değerlendirildiğinde topraktaki elverişli fosfor değerleri fosfat kayası dozlarının genel ortalamalarına bağlı olarak önemli seviyede artış göstermiştir. Çizelge 4.18.2'ye bakıldığında genel olarak yapılan çoğu uygulamaların artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak ortalamalar bazında topraktaki elverişli fosfor değerlerinde artışlara sebep olduğunu söyleyebiliriz. Bulunan sonuçları BENEDETTİ et. al. (1996), ERDAL vd. (2000), ve GÜNEŞ vd. (2013)'in çalışmaları desteklemektedir.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışma sonucunda fasulye bitkisinde fosfat kayasının, hümik asitin ve mikrobiyal gübrelemenin verim ve kalite parametrelerinde önemli seviyelerde etkili olduğu, özellikle birim alan tane verimi değerlendirilmesinde artan fosfat kayası dozlarına bağlı olarak verimin arttığı, fosfat kayasının mikrobiyal gübre ve hümik asitle ayrı ayrı ve birlikte verildiği parsellerde kontrol parsellerine göre önemli seviyede artışlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Fasulye bitkisinin Göynük 98 çeşidinde fosfat kayası dozları, mikrobiyal gübre ve hümik asitin etkisine ait sonuçlar incelendiğinde; en geç fizyolojik olum süresi 90,25 gün ile HA x MG1 x FK1 dozundan, en yüksek bitki boyu 52,15 cm ile HA x MG0 x FK3 dozundan, en fazla ilk bakla yüksekliği13,308 cm ile HA x MG1 x FK3 dozundan, bitkide anadal sayısı en düşük 2,8 adet ile HA1 x MG0 x FK0 dozundan, bitkide bakla sayısı en yüksek 26,850 adet ile HA1 x MG1 x FK3 dozundan, bitkide tane sayısı en fazla 74,650 adet ile HA x MG1 x FK3 dozundan, baklada tane sayısı en yüksek 3,94 adet ile HA0 x MG1 x FK0 dozundan, birim alan tane verimi en yüksek 395,9 kg/da ile HA1 x MG1 x FK3 dozundan, hasat indeksi en yüksek % 31,925 ile HA0 x MG1 x FK3 dozundan, biyolojik verim en yüksek 504,8 kg/da ile HA1 x MG1 x FK3 dozundan ve yüz tane ağırlığı en yüksek 42,457 gr ile HA1 x MG1 x FK1 dozundan elde edilmiştir. Gübre kullanım etkinlik parametrelerine bakıldığında agrofizyolojik etkinlik parametresi hariç genel olarak gübre dozlarının artışına bağlı olarak etkinlik parametrelerinde azalmaların olduğu sonucuna varılmıştır. Topraktaki elverişli fosfor yönünden ise hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamalarında fosfat kayası dozlarının genel ortalamasına bakıldığında önemli derecede doz artışına bağlı olarak topraktaki elverişli fosforun arttığı aynı şekilde hümik asitin ve mikrobiyal gübre uygulamalarının yapıldığı parsellerin uygulanmayan parsellere göre karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemsiz olmasına karşın topraktaki elverişli fosfor ortalamalarında artışa sebep olduğu elde edilmiştir.

Sonuç olarak fasulye yetiştiriciliğinde hümik asit, mikrobiyal gübre ve fosfat kayası uygulamaları fasulyede tane verimlerini arttırdığından özellikle de HA1 x MG1 x FK3 dozu hem konvensiyonel tarımda hem de organik tarımda kullanılması yapılan tek yıllık çalışma verilerine göre tavsiye edilinebilinir.

KAYNAKLAR

Akıncı, S., Büyükkeskin, T., Eroğlu, A., & Erdogan, B. E. (2009). The effect of humic acid on nutrient composition in broad bean (Vicia faba L.) roots. *Notulae Scientia Biologicae*, *1*(1), 81.

Ananthi, K., & Vanangamudi, M. (2014). Foliar spray of humic acid with growth regulators in nutrient content and yield of greengram [Vigna radiata (L.) Wilczek]. Legume Research, 37(4), 359-362.

Anonim, 2010. Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler Ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli Ve Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı Ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete No:27601

Anonim, 2016. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

Benedetti, A., Figliolia, A., Izza, C., Canali, S., Rossi, G., Some Thoughts on The Physiological Effects of Humic Acids. Interactions with Mineral Fertilisers. Agrochimica. 40: 5-6, 229-240. 1996

Bozoğlu, H., Peşken, E., Gülümser, A.., 2004. Sıra Aralığı ve Potasyum Humat Uygulamasının Bezelyenin Verim ve Bazı Özelliklerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi. 10 (1) 53-58. Ankara.

Büyükkeskin, T. 2008. Hümik Asitin Vicia faba L. Da Fide Gelişimine ve Alüminyum Toksisitesine Etkisinin Belirlenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 160s.

Chesti, M. H., Ali, T., & Bhat, M. A. (2012). Effect of organic and inorganic phosphorus sources on quality of green gram (Vigna radiata L.) under temperate conditions of Jammu and Kashmir. Legume Research: An International Journal, 35(1).
Ciência e Técnica Vitivinícola, 30(3), 90-100.

Çiftçi, C.Y., Şehirali, S., 1984. Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıkların saptanması. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, No:TB.4, Ankara. 17.

Dogan, Y., Togay, Y., Togay, N., & Kulaz, H. (2014). Effect of humic acid and phosphorus applications on the yield and yield components in lentil (Lens culinaris medic.). Legume Research-An International Journal, 37(3), 316-320.

Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1021. Ders Kitabı, 295. Ankara.
El-Gizawy, N. K. B., & Mehasen, S. A. S. (2009). Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal, 6(10), 1359-1365.

Erdal, İ., Bozkurt, M.A., Çimrin, K.M., Karaca, S., Sağlam, M., 2000. Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisi (Zea mays L.) Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Hümik Asit ve Fosfor Uygulamasının Etkisi. Türk J. Agric. For.24 (200) 663-668.

Erman, M., Çığ, F., & Bakırtaş, E. (2012). Farklı Dozlarda Humik Asit ve Rhizobium Bakteri Aşılamasının Mercimekte Verim, Verim Öğeleri ve Nodülasyona Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (1): 64-67.

Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M. and Sahin, F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. Scientia Horticulturae, 110:324-327.

Eşitken, A., Yıldız, H. E., Turan, M., Şahin, F., 2010. Organik şartlarda yetiştirilen çilekte fosfat çözebilen mikroorganizmaların verim ve yaprak besin elementi içeriğine etkisi. IV. Organik Tarım Sempozyumu, Erzurum, 597-601.

FAO, 2016. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E Erişim Tarihi:01.07.2016

Gezgin, S., Dursun, N., Gökmen Yılmaz, F., 2012. Bitki Yetiştiriciliğinde Humik ve Fulvik Asit Kaynağı Olan Tki-Humas'ın Kullanımı. SAÜ. Fen Edebiyat Dergisi (2012-1), pp:159-163.

Güneş, A., Turan, M., Güllüce, M., Şahin, F. ve Karaman, M.R., 2013. Farklı Bakteri Uygulamalarının Kaya Fosfatının Çözünürlüğü Üzerine Etkisi. Toprak Su Dergisi, Cilt:2, Sayı:1(53-61).

Güneş, A., Turan, M., Güllüce, M., Şahin, F., & Karaman, M. R. (2013). Farklı Bakteri Uygulamalarının Kaya Fosfatının Çözünürlüğü Üzerine Etkisi. TOPRAK SU DERGİSİ-SOIL WATER JOURNAL, 2(1).

Güneş, Z. (2011). Van-Gevaş' Da Ümitvar Bulunan Fasulye (Phaseolus Vulgaris L.) Hatlarında Verim Ve Bazı Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Haghighi, S., Nejad, T. S., & Lack, S. (2011). Evaluation of changes the qualitative & quantitative yield of horse bean (Vicia FabaL) plants in the levels of humic acid fertilizer. LIFE SCIENCE JOURNAL-ACTA ZHENGZHOU UNIVERSITY OVERSEAS EDITION, 8(3), 583-588.

Hamza, B. A., Chowdhury, M. A. K., Rob, M. M., Miah, I., Habiba, U., & Rahman, M. Z. (2016). Growth and Yield Response of Mungbean as Influenced by Phosphorus and Boron Application. American Journal of Experimental Agriculture, 11(3), 1.

Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. A.Ü.Z.F. Uygulama Klavuzu. 155. A.Ü. Basımevi, Ankara. 1972

Kpomblekou-a, K., & Tabatabai, M. A. (1994). EFFECT OF ORGANIC ACIDS ON RELEASE OF PHOSPHORUS FROM PHOSPHATE ROCKS1. Soil Science, 158(6), 442-453.

Kumar, J. (2011). Effect of phosphorus and sulphur application on performance of vegetable pea (Pisum sativum L.) cv. pant matar-2. Legume Research-An International Journal, 34(4), 292-295.

Lobartini, J. C., Orioli, G.A., Tan, K.H. 1997. Caracterisrics of Soil Humic Acid Fractions Seperated by Ultrafıtration Corn. Soil Sci. Plant Anal., 28(9&10):787-796.

Malik, J. K., Singh, R., Thenua, O. V. S., & Kumar, A. (2013). RESPONSE OF PIGEONPEA (CAJANUS CAJAN)+ MUNGBEAN (PHASEOLUS RADIATUS) INTERCROPPING SYSTEM TO PHOSPHORUS AND BIOFERTILIZERS. Legume Research: An International Journal, 36(4).

Mayhew, L. 2005. Humic Substances as Agronomic İnputs in Biological Agricultural Systems. Edited by Gary Zimmer Humic Substances in Biological Agricultural Systems. Acres USA Magazine, Midwestern

Mokhtarzadeh, G.A., 2010. Farklı Dozlardaki Hümik Asit Uygulamalarının Bazı Nohut(Cicer arietinum L.) Çeşitlerinde Verim Ve Verim Öğelerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitütsü Yüksek Lisans Tezi. 45s.

Nawange, D. D., Yadav, A. S., & Singh, R. V. (2011). Effect of phosphorus and sulphur application on growth, yield attributes and yield of chickpea (Cicer arietinum L). Legume Research, 34(1), 48-50.

Nishio, M., 1996. Mıcrobıal Fertılızers In Japan,National Institute of Agro-Environmental Sciences Kannondai 3-1-1, Japan.

Shaaban, S.H.A., Manal, F.M. and Afifi, M.H.M., 2009. Humic acid foliar application to minimize soil applied fertilization of surface-irrigation wheat. World Journal of Agricultural Siences, 5 (2), 207-210.

Sharar, M.S., M. Ayub, M.A. Chaudry, M.A. Rana and Amin, M.M.Z. (1999). Growth and yield response of mungbean (Vigna radiata L.) to various levels of phosphorus. Pak. J. Biol. Sci., 2 : 1385-1386.

Sharif, M. U. H. A. M. M. A. D., Burni, T., Wahid, F. A. Z. L. I., Khan, F. A. R. M. A. N. U. L. L. A. H., Khan, S., Khan, A., & Shah, A. (2013). Effect of rock phosphate composted with organic materials on yield and phosphorus uptake of wheat and mung bean crops. Pak. J. Bot, 45(4), 1349-1356.

Sharma, S. N., Prasad, R., Shivay, Y. S., Dwivedi, M. K., Kumar, S., Davari, M. R., ... & Kumar, D. (2010). Relative efficiency of diammonium phosphate and mussoorie rock phosphate on productivity and phosphorus balance in a rice–rapeseed–mungbean cropping system. Nutrient cycling in agroecosystems, 86(2), 199-209.

Singh, R. P., Gupta, S. C., & Yadav, A. S. (2008). Effect of levels and sources of phosphorus and PSB on growth and yield of blackgram (Vigna mungo L. Hepper). Legume Res, 31(2), 139-141.

Syers, J.K., Johnston, A.E., Curtin, D., 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. Fao fertilizer and plant nutrition bulletein18.

Togay, N., & Parsak, D. (2014). Performance of lentil [Lens culinaris (Medic.)] as influenced by sulphur and phosphorus fertilization. Legume Research: An International Journal, 37(6).

Tuik, 2016. http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul. Erişim Tarihi: 01.07.2016

Turan, M., Horuz, A., 2012. Bitki Beslemenin Temel İlkeleri. Bitki Besleme. Ed. M.R.Karaman. pp. 123-345 ISBN 978-605-87103-2-0.

Uzun, O. 2014 Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Deneme Alanı Topraklarına Biyogübre Uygulamalarının Mısır Bitkisinin (Zea mays L.) Fosforlu Gübre Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 145s.

Wahid, F., Sharif, M., Khan, M. A., Ali, A., Khattak, A. M., & Saljoqi, A. R. (2015). Addıtıon of rock phosphate to dıfferent organıc fertılızers ınfluences phosphorus uptake and wheat yıeld.

Wang X. J., Wang, Z., Li, S.G. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use and Management, 11:99-102.

Yıldız, N., 2012. Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Besleme Bozukluğu Belirtileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü. ISBN:978-605-62759-0-6.

Zafar, M., Abbasi, M. K., Rahim, N., Khaliq, A., Shaheen, A., Jamil, M., & Shahid, M. (2011). Influence of integrated phosphorus supply and plant growth promoting rhizobacteria on growth, nodulation, yield and nutrient uptake in Phaseolus vulgaris. African Journal of Biotechnology, 10(74), 16781-16792.