T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONU

PROJE SONUÇ RAPORU

Ekim 2020

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONU BAŞKANLIĞI

Bilim Alanı: Fen **Proje No:** 2017-1721

FOSFORLU GÜBRE VE FARKLI BAKTERİ UYGULAMALARININ FASULYE'NİN (*Phaseolus vulgaris* L.) VERİM VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

PROJE YÖNETİCİSİ	ADI SOYADI	BİRİMİ
	Doç.Dr. Nihal KAYAN /	ESOGÜ Ziraat Fakültesi

PROJE ÇALIŞANLARI

Prof. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN / ESOGÜ Ziraat Fakültesi
Araş. Gör. Engin TAKIL / ESOGÜ Ziraat Fakültesi
Olcay FİLİZ /ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Başlama Tarihi :20.10.2017

Proje Desteği :49 809.00

Bitiş Tarihi :20.10.2019

İÇİNDEKİLER

1.ÖZET……4
2.ABSTRACT……..4
3.GİRİŞ ve AMAÇ……..5
4.YAPILAN ÇALIŞMALAR……..7
5. SONUÇLAR…….8
6.TARTIŞMA……16
7.SONUÇ……...18
8.KAYNAKLAR……19
9.EK 1…….22

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1. Araştırma yerine ilişkin toprak analiz sonuçları……... 9
Çizelge 5.2. Araştırma yerine ilişkin iklim verileri……... 9
Çizelge 5.3. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler…….. 10
Çizelge 5.4. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler…….. 11
Çizelge 5.5. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler…….. 12
Çizelge 5.6. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler…….. 14
Çizelge 5.7. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler…….. 15

1.ÖZET

Araştırma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazilerinde yürütülmüştür. Araştırmada azot bağlama ve fosfat çözücü özelliği olan beş farklı biyogübre [Bontera (*Bacillus amyloliquefociens, Bacillus pumilus, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bacillus megaterium, Trichoderma harzianum, Trichoderma kanigi*), Bactoboost (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium, Loctococcus* spp.), Köklendirici (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium, Loctococcus* spp.) Lifebac NP (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium*) ve NSAH (% 15 organik madde, % 6 organik karbon, % 13 humik+ fulvik asit)], bir Rhizobia bakterisi (*Rhizobium leguminosorum*) ve kontrol olmak üzere yedi uygulama ile üç fosforlu gübre dozu (0, 3 ve 6 kg/da P_2O_5) üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Deneme tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Fosfor dozları incelenen özellikleri olumlu etkilemiş ve artan dozlara bağılı olarak incelenen özelliklerde artışlar belirlenmiştir. Araştırmamızda bakteri uygulamaları incelenen özellikleri olumlu yönde etkilemiştir. Kullanılan mikrobiyal gübrelerin tarla koşullarında gelecek yıllarda denenmesi sonuçların daha kesinlik kazanması açısından önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: fasulye, mikrobiyal gübreler, verim, besin elementi

2. ABSTRACT

The field experiment was conducted at the experimental area of the Faculty of Agriculture, Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir, Turkey. The experimental design will be randomized complete block design with three replications. Five different bio-fertilizers [Bontera (*Bacillus amyloliquefociens, Bacillus pumilus, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bacillus megaterium, Trichoderma harzianum, Trichoderma kanigi*), Bactoboost (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium, Loctococcus* spp.), Rooting (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium, Loctococcus* spp.) Lifebac NP (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium*) ve NSAH (% 15 organic matter, % 6 organic carbon, % 13 humik+ fulvik acid)] and Rhizobia bacteria and different phosphorus doses (0, 3 and 6 kg/da P2O5) will be used in the experiment. Phosphorus doses were affected positive all of the investigated characters and all of the investigated characters were increased with increasing phosphorus doses. Bacterial applications positively affected the investigated characters. Examined the microbial fertilizers in field conditions in the coming years are important.

Key Words: Bean, biofertilizer, yield, nutrient

3.GİRİŞ ve AMAÇ

Orta Amerika kökenli bir sebze olan fasulye tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemli olup, yaygın olarak yetiştirilmektedir [1]. İnsanların protein ihtiyacının %70'i bitki kökenli olup, bunun yaklaşık %20'si baklagiller tarafından karşılanmaktadır. Bu baklagiller içerisinde de mercimek, fasulye ve nohut kuru olarak tüketilen ürünlerin başında gelmektedir [2]. Fasulye yetiştiriciliğinin dünya üzerinde yayılışında sıcaklığın sınırlayıcı etken olduğu bilinmektedir [3]. Dünyada yemeklik tane baklagiller içerisinde en fazla ekim alanı ve üretimine sahip olan fasulye, Eskişehir tarımında nohuttan sonra ikinci sırada yer almaktadır [4]. Dünya kuru fasulye ekim alanı 30 612 842 ha, üretimi 26 529 580 ton ve verimi 866 kg/ha'dır. Türkiye fasulye ekim alanı 90 449 ha, üretim 215 000 ton ve verim 2377 kg/ha'dır [5]. Fasulye ülkemizde ekim alanı ve üretim yönünden nohut ve mercimekten sonra üçüncü sırada yer alır.

Tarımsal üretimde verimliliği artırmak için yapılması gereken birçok işlem artık yapılabilir hale gelmiştir. Toprak analizlerine bağlı olarak gübreleme programlarının düzenlenmesi, yüksek verimli ve hastalıklara dirençli ıslah çeşitlerin kullanımının yaygınlaşması, sulama sistemlerindeki ilerlemeler gibi birçok iyileştirici işlemlerin yapılmasına karşın hala yapılması gereken çalışmalar vardır. Bunlardan biride toprakların doğasında var olan organizmaların tespitinin yapılarak bunlardan tarımsal üretimde kullanıma uygun olanların belirlenmesi ve gerekli laboratuar ve tarla çalışmaları yapılarak piyasada kullanılabilir hale getirilmesidir. Bu alanda bilinen ve en yaygın kullanımı olan organizmalar Rhizobia bakterileri olup bunu Mikorizalar izlemektedir. Artık bunlara ilaveten Bitki Gelişimini Teşvik Edici Rhizobakterler olarak adlandırılan mikroorganizmaların kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Bunlar içerisinde azot fikse edenler, fosfat çözücüler, potasyum çözücüler gibi bakteri, fungus ve aktinomisetlerden oluşan bir grup organizma bulunmaktadır [6].

Doğrudan ve dolaylı olarak bitki gelişimini olumlu etkileyen bakteriler "bitki gelişimini teşvik edici bakteriler" olarak adlandırılmaktadır. Bu bakteriler azot fiksasyonu, bitkisel hormon üretimi, bakteriyel siderofor üretimiyle demir ve benzeri iz elementlerin alımını etkileme, fosfat çözme gibi doğrudan ve bitki patojenlerini baskılamak gibi dolaylı yollarla bitki gelişimini teşvik etmektedir [7]. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) bitki gelişimine faydalı etkileri nedeniyle biyolojik gübre olarak kullanılmaktadır. Bu bakteriler daha çok Acetobacter, Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Arthrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus,

Burkholderia, Clostridium, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Klebsiella, Microccocus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia ve Xanthomonas cinslerine aittir. Dünyanın bir çok bölgesinde, potansiyel kirleticiler olan endüstriyel gübre ve pestisit uygulamalarının azaltılması amacıyla, PGPR'in biyolojik gübre olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır [8]. PGPR esas olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar bitki gelişiminde, tohum çıkışında veya ürün veriminde direkt olarak etkili olan PGPR ve biyo-kontrol ile bitki gelişmesine dolaylı olarak yararlı olan PGPR'dır [9]. Doğrudan etki mekanizmaları değişik yollarla bitki büyümesinin direkt olarak teşvik edilmesidir. Asimbiyotik azot fiksasyonu, inorganik fosforun çözünürlüğünün arttırılması ve organik fosfor bileşiklerinin mineralizasyonu, siderofor üretimi yoluyla demir ve organik asit üretimi ile diğer bazı iz elementlerin alımını arttırılması ile faydalı bakteriler bitkilerin mineral beslenmesini iyileştirerek büyümeyi teşvik edebilirler. Ayrıca, oksinler, gibberelinler, sitokininler gibi bitkisel hormonların üretilmesi, 1-Aminocyclopropane-1- karboksilat (ACC) deaminaz enzim aktivitesi yoluyla etilen sentezinin engellenmesi, çevresel stresi azaltma; bakteri-bitki ilişkisinde uyum, vitamin sentezi, kök geçirgenliğini artırma yoluyla da bitki büyümesi doğrudan artırılabilir.

Bakteri ile aşılama, genç bitkide nodül oluşum şansını arttırmak için tohumun ekimden önce etkili bakteri kültürü ile bulaştırılması ile olmaktadır [10]. Baklagil tohumlarının aşılanması sonunda meydana gelen nodüller vasıtası ile toprağın azot kazancı artar. Genellikle orta verimlilikte bir toprakta yetiştirilen baklagil bitkilerinde aşılama suretiyle verim artışının %15-25 arasında olduğu tespit edilmiştir [11].

Yüksek verim ve kaliteli ürün için mutlak gerekli elementlerin optimum düzeyde olması ve bitki tarafından alınabilirliğini engelleyici toprak koşullarının bulunmaması gerekmektedir. Bunlardan birinin veya bir kaçının olması ürünün niteliği ve niceliğini etkilemektedir. Türkiye topraklarının verimliliğini sınırlandıran bir faktör de toprak pH'sının yüksekliği ve buna bağlı olarak başta fosfor ve çinko olmak üzere diğer elementlerin alınımlarının engellenmesidir. Tarımsal üretim yapılan alanlara uygulanan fosforlu gübrenin %10-30'u bitkilerce kullanılabilmektedir [12]. Geri kalan miktar toprakta Fe, Al ve CaCO3 ile çözünemez bileşikler oluşturarak fiksasyona uğramaktadır.

Biyolojik olarak kontrol edilen mineralizasyon ve immobilizasyon oranı P elverişliliğini belirlemektedir. Çoğu durumda toprakta P miktarı yeterli olsa veya düzenli olarak gübreleme yapılsa dahi, bitkilerce alım etkinliği düşük olmaktadır [13]. Tohumların P çözücü

bakterilerle aşılanması toprakta fiksedilmiş ve uygulanan gübre fosforunun alınabilirliliğini artırarak bitki gelişmesini teşvik etmektedir [14,15]. Fosfat çözücü bakteri aşılamalarında önemli bir alternatif yaklaşım farklı mikroorganizmaların karışık kültürüdür. Araştırmalar fosfat çözücü bakterilerin Azotobacter ile birlikte inokulasyonunun bitki verimi ile birlikte N ve P alımını da artırdığını ortaya koymuştur [16,17].

Ülkemiz tarım alanlarında eksikliği en fazla hissedilen bir diğer besin elementi de fosfordur. Topraklarda fosforun büyük kısmı (%20-80 oranında) organik formda depolanmakta ve bu fosforun çözünerek bitki tarafından kullanılabilmesi mikrobiyal aktivite ile gerçekleşmektedir. Bazı bakteri türleri önemli düzeylerde asit fosfataz aktivitesine sahip olup organik fosfatın çözülmesine katkı yapmaktadırlar. Fosforu çözebilen mikroorganizmalarla bitkilerin aşılanması ile çözünen fosforun bitki tarafından alımı hızlandırılmakta ve bitki gelişimi olumlu yönde etkilenmektedir [18,19,20,21].

Günümüzde yaygın olarak kullanılan kimyasal gübrelerin üretim artışında önemli bir rolü bulunmakla birlikte, aşırı kullanımları toprak verimliliğinde azalma ve çevresel sorunlara neden olmuştur. Sürdürülebilir tarım ve tarımsal maliyetin düşürülmesi için kimyasal gübrelere alternatif olarak biyolojik gübrelerin kullanımı her geçen gün önemi artan bir konudur. Mikroorganizmaların tarımda biyolojik gübre olarak kullanımı için yeni kombinasyonların ortaya konulması, çok önemli ve ümitvar sonuçlar doğurmaktadır. Nitekim bu çalışmada; fosforlu gübre ve beş farklı biyogübre çeşidi (Bontera, Bactoboost, köklendirici, Lifebac NP ve NSAH) ile azot fikse eden (*Rhizobium leguminosorum*) bakterilerin yalnız ve birlikte uygulanmalarının fasulyenin tarımsal ve besin elementi içeriğine etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır.

4.YAPILAN ÇALIŞMALAR

Araştırma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazilerinde yürütülmüştür. Araştırmada azot bağlama ve fosfat çözücü özelliği olan beş farklı biyogübre [Bontera (*Bacillus amyloliquefociens, Bacillus pumilus, Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, Bacillus megaterium, Trichoderma harzianum, Trichoderma kanigi*), Bactoboost (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium, Loctococcus* spp.), Köklendirici (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium, Loctococcus* spp.) Lifebac NP (*Bacillus subtilis, Bacillus magaterium*) ve NSAH (% 15 organik madde, % 6 organik karbon, % 13 humik+ fulvik asit)], bir Rhizobia bakterisi (*Rhizobium*

leguminosorum) ve kontrol olmak üzere yedi uygulama ile üç fosforlu gübre dozu (0, 3 ve 6 kg/da P_2O_5) üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda fasulyenin verim ve verim ögeleri ile besin elementi içeriğine olan etkileri araştırılmıştır.

Deneme tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme materyali olarak Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen Topçu fasulye çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan Rhizobia bakterisi Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Fosforlu gübre olarak %43-45 P_2O_5 içeren triple süper fosfat kullanılmıştır. Ekim ile birlikte tüm parsellere 2.5 kg/da N olacak şekilde %21'lik Amonyum sülfat gübresi uygulanmıştır. Ekim 45 cm sıra arası, 10 cm sıra üzeri, 4 sıra ve 4 m parsel boyu olacak şekilde, parsel büyüklüğü 7.2 m^2 olarak 4 Mayıs 2017 ve 4 Mayıs 2018 tarihlerinde yapılmıştır. Bakteri uygulaması nedeniyle yabancı ot kontrolü elle yapılmıştır. Haziran ayından itibaren yaklaşık on günlük aralıklarla deneme alanı sulanmıştır. Mayıs ayı içerisinde çıkış süresi ve çıkışta bitki sayısı; Haziran ayında çiçeklenme süresi, Ağustos ayında da olgunlaşma süresi gözlemleri alınmıştır. Çiçeklenmenin başladığı Haziran ayı içerisinde nodülasyon potansiyelini tespit etmek amacıyla tüm parsellerden alınan 5 bitkide nodül sayısı, nodül yaş ve kuru ağırlığı tespit edilmiştir. Temmuz ayı içerisinde tüm parsellerde yaprak alan indeksi, bitki örtüsü indeksi ve klorofil içeriği ölçümleri alınmıştır. Her parselden tesadüfi olarak 5 bitki seçilmiş ve bunlarda bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, yaprak sayısı, ana dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi tespit edilmiştir. Hasat olgunluğuna ulaşan parseller hasat edilip biyolojik ve tane verimleri belirlenerek hasat indeksi hesaplanmıştır. Yüz tane ağırlığı için her parselden 4 tane 100 tohum sayılmış, tartılmış, ortalaması alınmıştır. Tohum örnekleri öğütülerek bitki besin elementleri içeriği (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu) Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi ile değerlendirilmiş, ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Analizler için MİNİTAB paket programı kullanılmıştır.

5.SONUÇLAR

Deneme alanından alınan toprak örneklerinin Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Toprak ve Su Araştırmaları Birimi'nde analizleri yaptırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Araştırma yerine ilişkin toprak analiz sonuçları

Toprak derinliği (cm)	Doymuşluk (%)	pH	Kireç (%)	Organik madde (%)	Bitkilerde yarayışlı					Cu (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
					Fosfor P_2O_5 kg/da	Potasyum K_2O kg/da	N (%)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)				
0-30	39	7.83	5.40	0.79	4.55	181	0.03	4197	876.30	0.95	3.16	1.56	0.66
0-30	46	7.71	7.56	1.65	17.75	245	0.08	2061	482.8	0.82	2.94	2.84	0.32

Araştırmanın birinci yılında topraklar hafif alkali, kireçli, organik madde içeriği çok az, fosfor, mangan ve demir içeriği düşük, potasyum, çinko ve bakır yeterli düzeyde, diğer elementler bakımından zengindir. Araştırmanın ikinci yılında ise topraklar hafif alkali, orta kireçli, organik madde içeriği az, fosfor, potasyum, kalsiyum ve bakır yeterli, mangan çok az, demir ve çinko içeriği orta, magnezyum zengin düzeydedir [22].

Araştırmanın yürütüldüğü Eskişehir iline ait uzun yıllar ortalamaları ile 2017 ve 2018 yılı vejetasyon dönemine ait sıcaklık (^{0}C), yağış (mm) ve oransal nem (%) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Araştırma yerine ilişkin iklim verileri

Aylar	Uzun yıllar			Deneme yılı (2017)			Deneme yılı (2018)		
	Sıcaklık (^{o}C)	Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (^{o}C)	Yağış (mm)	Nem (%)	Sıcaklık (^{o}C)	Yağış (mm)	Nem (%)
Ocak	0.0	44.4	84.0	-2.0	33.0	87.1	1.6	37.2	86.4
Şubat	1.9	27.2	79.3	1.9	9.2	78.3	5.8	39.8	82.3
Mart	6.0	31.1	73.0	7.6	16.2	68.7	9.2	46.4	73.5
Nisan	10.2	29.5	70.1	9.6	62.0	66.9	13.8	12.6	61.6
Mayıs	15.0	42.6	69.8	14.4	50.8	73.0	16.8	62.2	74.8
Haziran	19.4	34.7	66.9	19.1	44.8	73.4	19.9	46.6	69.5
Temmuz	22.4	5.2	62.1	23.1	13.4	59.5	22.3	46.0	65.5
Ağustos	22.4	17.7	64.1	22.0	31.4	67.3	22.9	12.6	63.5
Eylül	17.7	18.0	68.1	19.6	3.0	57.0	18.6	2.8	65.5
Ekim	12.0	36.6	76.5	10.8	46.6	72.9	13.3	29.2	77.4
Kasım	6.1	22.0	80.4	5.5	27.8	85.4	7.6	18.0	82.5
Aralık	1.7	22.0	84.6	3.9	36.2	86.5	2.3	42.2	91.0
Toplam		331.0			374.40			395.6	
Ortalama	11.20		73.2	11.29		73.00	12.84		74.45

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Araştırmanın her iki yılında da toplam yağış uzun yıllar ortalamasından yüksek iken, ortalama sıcaklık ve nispi nem birinci yıl uzun yıllar ortalamasına yakındır. İkinci yıl ise ortalama sıcaklık ve nispi nem uzun yıllar ortalamasından yüksektir.

Çizelge 5.3. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler

	Çıkış Süresi	Çıkışta Bitki Sayısı	Çiçeklenme Süresi	Klorofil İçeriği	Nodül Sayısı	Nodül Yaş Ağırlığı	Nodül Kuru Ağırlığı
2017	15.96 A	33.59 A	39.67 A	44.29 A	24.03 A	0.29 A	0.18 A
2018	15.32 B	15.91 B	38.16 B	37.74 B	15.28 B	0.24 B	0.15 B
Ortalama	15.64	24.75	38.91	41.01	19.65	0.26	0.16
0 kg/da P_2O_5	15.69 A	23.50 B	38.96	38.00 C	19.51	0.24 B	0.17
3 kg/da P_2O_5	15.79 A	25.40 A	38.91	40.44 B	17.72	0.29 A	0.16
6 kg/da P_2O_5	15.44 B	25.34 A	38.88	44.61 A	21.74	0.26 B	0.15
Ortalama	15.64	24.75	38.91	41.01	19.65	0.26	0.16
Kontrol	15.18 C	25.86 A	38.79 B	38.68 D	32.64 A	0.36 A	0.22 A
Bontera	15.27 C	24.58 C	38.23 C	36.33 E	14.80 C	0.28 B	0.18 B
Bactoboost	15.76 B	23.03 E	39.04 B	40.03 CD	24.67 AB	0.26 B	0.15 C
Köklendirici	15.80 AB	26.00 A	38.95 B	42.69 B	17.37 BC	0.21 C	0.13 C
Lifebac NP	15.67 B	23.61 D	38.83 B	43.26 B	18.07 BC	0.21 C	0.14 C
NSAH	15.73 B	25.16 B	38.93 B	40.62 C	17.24 BC	0.26 B	0.15 BC
Rhizobia	16.08 A	25.00 BC	39.63 A	45.50 A	12.81 C	0.27 B	0.16 BC
Ortalama	15.64	24.75	38.91	41.01	19.65	0.26	0.16
Genel Ort.	15.64	24.75	38.91	41.01	19.65	0.26	0.16
Yıl	**	**	**	**	**	**	**
Fosfor dozları	**	**	öd	**	öd	**	öd
Bakteri	**	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos.	öd	**	öd	*	öd	**	**
Yıl x Bak.	**	**	**	**	öd	**	**
Fos. x Bak.	**	**	**	**	öd	**	**
Yıl x Fos x Bak.	**	**	**	**	öd	**	**

Araştırmamızda ikinci yıl çıkışlar daha erken sürede tamamlanmıştır. 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde çıkışlar erken olurken, 0 ve 3 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde çıkışlar daha geç olmuş ve aynı istatistiki grup içerisinde yer almıştır. Bakteri uygulanmayan kontrol parsellerinde ise en erken çıkışlar kaydedilmiştir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çıkıştaki bitki sayısı birinci yıl daha yüksektir. 3 ve 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde çıkıştaki bitki sayısı yüksek saptanırken bakteri uygulamaları bakımından en yüksek değer köklendirici uygulanan parsellerde belirlenmiştir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

İkinci yıl çiçeklenme daha erken gerçekleşmiştir. Fosfor dozlarının çiçeklenme süresine etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmazken, en erken çiçeklenme bontera uygulanan parsellerde

belirlenmiştir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Birinci yıl klorofil içeriği daha yüksektir. En yüksek klorofil içeriği 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde belirlenirken en düşük değer 0 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerdedir. Bakteri uygulamaları bakımından ise rhizobia uygulanan parseller en yüksek klorofil içeriğine sahip olmuşlardır. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 5.4. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler

	Yaprak Alan İndeksi	Bitki Örtüsü İndeksi	Bitki Boyu	İlk Bakla Yüksekliği	Yaprak Sayısı	Olgunlaşma Süresi	Bitkide Biyolojik Verim
2017	3.18 A	0.69 A	45.92 A	15.22 B	77.33 A	116.25 A	50.68 A
2018	2.33 B	0.59 B	35.36 B	16.59 A	63.38 B	106.60 B	39.88 B
Ortalama	2.75	0.64	40.64	15.90	70.35	111.42	45.28
0 kg/da P_2O_5	2.47 C	0.62 C	38.79 C	15.15 C	68.51	110.77 B	42.74 B
3 kg/da P_2O_5	2.82 B	0.63 B	41.09 B	15.63 B	72.67	111.71 A	43.49.B
6 kg/da P_2O_5	2.98 A	0.67 A	42.03 A	16.94 A	69.89	111.78 A	49.61 A
Ortalama	2.75	0.64	40.64	15.90	70.35	111.42	45.28
Kontrol	2.60 C	0.62 D	39.82 B	15.89 B	66.74 CD	112.53 AB	47.41 B
Bontera	2.49 C	0.62 D	39.95 B	15.65 B	72.90 ABC	109.78 E	37.79 D
Bactoboost	2.71 BC	0.64 C	39.62 B	15.23 B	68.97 BC	110.72 D	39.24.D
Köklendirici	2.86 AB	0.65 B	40.67 B	15.35 B	77.33 AB	111.64 C	52.26 A
Lifebac NP	3.03 A	0.63 C	40.73 B	15.95 B	79.54 A	110.31 D	50.54 A
NSAH	2.71 BC	0.65 B	43.42 A	17.33 A	67.94 CD	112.74 A	44.86 C
Rhizobia	2.91 AB	0.67 A	40.24 B	15.95 B	59.08 D	112.23 B	44.86.C
Ortalama	2.75	0.64	40.64	15.90	70.35	111.42	45.28
Genel Ort.	2.75	0.64	40.64	15.90	70.35	111.42	45.28
Yıl	**	**	**	**	**	**	**
Fosfor doz.	**	**	**	**	öd	**	**
Bakteri	**	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos.	**	**	**	**	öd	**	**
Yıl x Bak.	**	**	**	**	**	**	**
Fos. x Bak.	**	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos x Bak.	**	**	**	**	**	**	**

Nodül sayısı ile nodül yaş ve kuru ağırlıkları birinci yıl daha yüksektir. Nodül sayısı ve nodül kuru ağırlığına fosfor dozlarının etkisi istatistiki anlamda önemsizken, en yüksek nodül yaş ağırlığı 3 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde belirlenmiştir. En yüksek nodül sayısı ve nodül yaş ve kuru ağırlıkları ise bakteri uygulanmayan kontrol parsellerinde saptanmıştır. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri nodül yaş ve kuru ağırlıklarında yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Yaprak alan indeksi ve bitki örtüsü indeksi birinci yıl ikinci yıla oranla daha yüksektir ve fosfor dozları bakımından da her iki özellikte 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde daha yüksek belirlenmiştir. Yaprak alan indeksi en yüksek Lifebac NP uygulanan parsellerde görülürken, en yüksek bitki örtüsü indeksi rhizobia uygulanan parsellerdedir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuştur.

Birinci yıl bitki boyu daha yüksek iken ilk bakla yüksekliği ikinci yıl daha yüksektir. 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde hem bitki boyu hem de ilk bakla yüksekliği daha yüksektir. Bakteri uygulamaları bakımından her iki özellikte NSAH uygulanan parsellerde daha yüksek değerler göstermişlerdir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 5.5. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler

	Ana Dal Sayısı	Bitkide Bakla Sayısı	Bakla Uzunluğu	Baklada Tane Sayısı	Bitkide Tane Sayısı	Bitkide Tane Verimi	Biyolojik verim
2017	3.38 A	25.93 A	11.16 A	3.63 a	85.59 A	22.93 A	505.25 A
2018	2.77 B	17.77 B	10.12 B	3.51 b	60.88 B	16.46 B	359.17 B
Ortalama	3.07	21.85	10.64	3.57	73.23	19.69	432.21
0 kg/da P_2O_5	3.04	21.43	10.73	3.60 AB	72.65 B	18.35 C	400.46 C
3 kg/da P_2O_5	3.16	22.34	10.65	3.45 B	69.84 C	19.36 B	434.33 B
6 kg/da P_2O_5	3.02	21.79	10.54	3.65 A	77.21 A	21.36 A	461.85 A
Ortalama	3.07	21.85	10.64	3.57	73.23	19.69	432.21
Kontrol	3.15	20.38 B	10.57 ABC	3.65 B	74.55 B	20.54 B	434.19 C
Bontera	3.13	20.73 B	10.70 ABC	3.21 C	61.82 D	16.81 C	361.68 E
Bactoboost	2.93	20.01 B	10.21 C	3.52 B	66.00 C	16.68 C	409.07 D
Köklendirici	3.06	23.04 A	10.50 BC	4.00 A	84.99 A	22.11 A	457.87 B
Lifebac NP	3.16	24.17 A	10.66 ABC	3.79 AB	81.84 A	19.67 B	410.86 D
NSAH	3.07	23.57 A	11.01 A	3.20 C	71.89 B	20.51 B	465.68 AB
Rhizobia	3.02	21.06 B	10.82 AB	3.61 B	71.57 B	21.53 A	486.10 A
Ortalama	3.07	21.85	10.64	3.57	73.23	19.69	432.21
Genel Ort.	3.07	21.85	10.64	3.57	73.23	19.69	432.21
Yıl	**	**	**	*	**	**	**
Fosfor dozları	öd	öd	öd	**	**	**	**
Bakteri	öd	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos.	öd	**	öd	öd	**	**	**
Yıl x Bak.	**	**	öd	**	**	**	**
Fos. x Bak.	**	**	öd	**	**	**	**
Yıl x Fos x Bak.	**	**	**	**	**	**	**

Fosfor dozlarının yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmazken, birinci yıl yaprak sayısı ikinci yıla oranla daha yüksektir. Lifebac NP en yüksek yaprak sayısı elde edilmesine neden olan bakteri uygulaması olmuştur. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri

uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

İkinci yıl bitkiler daha erken olgunlaşmışlardır. 3 ve 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde olgunlaşma süresi gecikmiştir. Bontera uygulanan parseller en erken olgunlaşan parseller olmuşlardır. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Önemli verim ögelerinden bitkide biyolojik verim, ana dal sayısı, bitkide bakla sayısı, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi birinci yıl ikinci yıla oranla daha yüksektir. Ana dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve bakla uzunluğu üzerine fosfor dozlarının etkisi istatistiki anlamada önemli değilken, en yüksek bitkide biyolojik verim, baklada tane sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde belirlenmiştir. En yüksek bitkide biyolojik verim, baklada tane sayısı, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi köklendirici uygulanan parsellerdedir. Lifebac NP uygulanan parsellerde en yüksek bitkide bakla sayısı saptanırken köklendirici ile aynı istatistiki grup içerisinde yer almıştır. Bakla uzunluğu en yüksek NSAH uygulanan parsellerdedir. Bakteri uygulamalarının ana dal sayısı üzerine etkisi önemli değildir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuştur.

Biyolojik verim ve tane verimi birinci yıl daha yüksek olarak belirlenmiştir. Her iki özellik içinde 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde en yüksek değerler saptanmıştır. Rhizobia uygulanan parsellerde en yüksek biyolojik verim saptanırken, en yüksek tane verimi NSAH uygulanan parsellerdedir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuştur.

Yıllar arasındaki farklar hasat indeksi bakımından önemli değilken, en yüksek hasat indeksi 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerdedir. NSAH uygulanan parsellerde en yüksek hasat indeksi belirlenmiştir. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 5. 6. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler

	Tane Verimi	Hasat İndeksi	Yüz Tane Ağırlığı	Tanede N İçeriği	Tanede P İçeriği	Tanede K İçeriği
2017	211.21 A	41.74	27.31	3.82 B	2645.08 B	14529.3 A
2018	149.90 B	41.77	27.61	4.21 A	4270.92 A	13126.7 B
Ortalama	180.55	41.75	27.46	4.01	3458.00	13828.0
0 kg/da P_2O_5	165.15 C	41.24 B	26.06 C	4.07 A	3465.64 A	14264.5 A
3 kg/da P_2O_5	181.06 B	41.72 B	28.91 A	3.98 B	3420.15 B	13387.6 C
6 kg/da P_2O_5	195.46 A	42.31 A	27.42 B	4.00 B	3488.21 A	13832.0 B
Ortalama	180.55	41.75	27.46	4.01	3458.00	13828.0
Kontrol	193.50 B	44.45 A	28.75 AB	4.07 AB	3488.60 B	13593.0 BC
Bontera	149.80 D	41.24 C	27.55 CD	4.09 A	3606.63 A	14027.1 ABC
Bactoboost	158.72 C	38.97 D	27.13 DE	4.01 BC	3432.79 BC	14072.5 AB
Köklendirici	193.42 B	42.36 B	26.35 E	3.92 D	3375.48 C	14183.5 A
Lifebac NP	163.89 C	39.92 D	24.72 F	3.96 CD	3428.00 BC	13695.1ABC
NSAH	210.93 A	45.38 A	29.43 A	4.06 AB	3431.98 BC	13502.1 C
Rhizobia	193.64 B	39.96 D	28.33 BC	4.00 BC	3442.53BC	13722.9 ABC
Ortalama	180.55	41.75	27.46	4.01	3458.00	13828.0
Genel Ort.	180.55	41.75	27.46	4.01	3458.00	13828.0
Yıl	**	öd	öd	**	**	**
Fosfor dozları	**	**	**	**	**	**
Bakteri	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos.	**	öd	**	**	**	**
Yıl x Bak.	**	öd	**	**	**	**
Fos. x Bak.	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos x Bak.	**	*	**	**	**	**

En yüksek yüz tane ağırlığı 3 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerdedir. Yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda önemli değildir. NSAH uygulanan parsellerde en yüksek yüz tane ağırlığı değerine ulaşılmıştır. Yılların fosfor dozlarının ve bakteri uygulamalarının farklı tepkileri yıl x fosfor x bakteri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Tanede N içeriği ikinci yıl daha yüksektir. Fosfor dozları bakımından en yüksek değere fosfor uygulanmayan kontrol parsellerinde ulaşılırken, Bontera uygulanan parsellerde en yüksek tanede N içeriği belirlenmiştir.

İkinci yıl daha yüksek olan tanede P içeriği 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde daha yüksektir. Bontera bakteri uygulaması en yüksek tanede P içeriğine neden olmuştur.

Tanede K içeriği birinci yıl ve fosfor uygulanmayan kontrol parsellerinde daha yüksektir. Köklendirici uygulanan parsellerde en yüksek tanede K içeriği saptanmıştır.

Tanede Ca içeriği bakımından yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda önemli değilken, 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde en yüksek değer elde edilmiştir. Bakteriler bakımından Bontera uygulanan parsellerde en yüksek tanede Ca içeriği belirlenmiştir.

Çizelge 5.7. Fasulye'de incelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler

	Tanede Ca İçeriği	Tanede Mg İçeriği	Tanede Fe İçeriği	Tanede Mn İçeriği	Tanede Zn İçeriği	Tanede Cu İçeriği
2017	1564.15	1900.48 B	49.75 B	12.47 B	24.85 B	7.01 A
2018	1560.81	1954.61 A	73.92 A	14.22 A	25.75 A	4.39 B
Ortalama	1562.48	1927.54	61.83	13.34	25.30	5.70
0 kg/da P_2O_5	1551.96 B	1938.21 A	61.97 AB	13.03 B	25.12 b	5.75 A
3 kg/da P_2O_5	1515.21 C	1907.28 B	62.45 A	13.20 B	25.52 a	5.63 B
6 kg/da P_2O_5	1621.75 A	1937.15 A	61.10 B	13.81 A	25.25 ab	5.73 A
Ortalama	1562.48	1927.54	61.83	13.34	25.30	5.70
Kontrol	1614.38 AB	1956.73 B	63.23 B	13.61 AB	26.22 A	5.80 AB
Bontera	1631.80 A	2023.82 A	66.56 A	13.41 BC	25.22 BC	5.83 A
Bactoboost	1558.74 CD	1882.83 D	63.53 B	12.75 D	25.10 BCD	5.65 BC
Köklendirici	1556.54 CD	1877.76 D	58.47 D	13.23 BC	25.47 BC	5.64 BC
Lifebac NP	1487.05 E	1925.94 BC	58.36 D	13.05 CD	24.49 D	5.59 C
NSAH	1574.56 BC	1888.92 CD	62.17 BC	13.49 AB	25.78 AB	5.68 ABC
Rhizobia	1517.76 DE	1936.81 B	60.55 C	13.88 A	24.81 CD	5.73 ABC
Ortalama	1562.48	1927.54	61.83	13.34	25.30	5.70
Genel Ort.	1562.48	1927.54	61.83	13.34	25.30	5.70
Yıl	öd	**	**	**	**	**
Fosfor dozları	**	**	**	**	*	**
Bakteri	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos.	**	**	**	**	**	**
Yıl x Bak.	**	**	**	**	**	**
Fos. x Bak.	**	**	**	**	**	**
Yıl x Fos x Bak.	**	**	**	**	**	**

İkinci yıl tanede Mg içeriği daha yüksektir. En yüksek tanede Mg içeriğine fosfor uygulanmayan kontrol parsellerinde ulaşılmış ancak 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerle aynı istatistiki grup içerisinde yer almıştır. Bontera uygulanan parseller en yüksek tanede Mg içeriğine sahiptir.

İkinci yıl tanede Fe içeriği daha yüksektir. Fosfor dozları bakımından 3 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde, bakteri uygulamaları bakımından ise Bontera uygulanan parseller en yüksek tanede Fe içeriğine sahiptirler.

Tanede Mn içeriği ikinci yıl daha yüksek saptanırken 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerde en yüksek değerler gözlenmiştir. Rhizobia uygulanan parseller en yüksek tanede Mn içeriğine sahiptir.

Tanede Zn içeriği ikinci yıl daha yüksektir. 3 kg/da P_2O_5 uygulanan parseller ile bakteri uygulanmayan kontrol parsellerinde en yüksek Tanede Zn içeriği belirlenmiştir.

Tanede Cu içeriği birinci yıl daha yüksektir. Fosfor uygulanmayan kontrol parsellerinde en yüksek tanede Cu içeriği belirlenirken bu değer 6 kg/da P_2O_5 uygulanan parsellerle aynı istatistiki grup içerisinde yer almıştır. Bontera uygulanan parseller en yüksek tanede Cu değerine sahiptirler.

6.TARTIŞMA

Araştırmamızda ilk bakla yüksekliği hariç incelenen tüm özelliklerde birinci yıl ikinci yıla oranla daha yüksek değerler göstermişlerdir. Denemenin ilk yılında ortalama sıcaklık uzun yıllar ortalamasına yakın seyrederken ikinci yıl daha yüksek olmuştur. İkinci yıl denemelerin kurulduğu Mayıs ayı sıcaklıklarının daha yüksek olması çıkışların daha erken olmasına neden olurken, çiçeklenmenin gerçekleştiği Haziran ayı sıcaklıklarının ikinci yıl daha yüksek olması çiçeklenmenin daha erken olmasına neden olmuştur (Çizelge 2). Yüksek sıcaklıklar fotosentetik aktiviteyi azaltmakta ve klorofil miktarını düşürmektedir [23]. İkinci yıl sıcaklıkların yüksek olması klorofil miktarının düşük olmasında etkili olmuş olabilir. Çiçeklenme öncesi meydana gelen sıcaklık stresi erken çiçeklenmeye yol açmakta ve azot fiksasyon etkinliğini etkileyen nodüllerin dejenere olmasına neden olmaktadır [24]. Yüksek sıcaklıklar nodül oluşumunu ve nitrogenaz aktivitesini engellemektedir [25]. İkinci yıl hem çiçeklenme öncesi hem de toplam sıcaklıkların daha yüksek olması nodül sayısı ile yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. Öner ve Sezer [26] artan ışık yoğunluğu ve düşük sıcaklıklarda yaprak alan indeksinin arttığını bildirmektedirler. Birinci yıl sıcaklıklarının düşük olması yaprak alan indeksinin daha fazla olmasında etkili olmuş olabilir. Sağlıklı bitki örtüsünden yansıyan radyasyonun, diğer tüm kaynaklardan yansıyan radyasyona oranı olan bitki örtüsü indeksi ile yaprak alan indeksi ve tane verimi arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Bitki boyu ilk yıl yüksek iken ilk bakla yüksekliği ikinci yıl daha yüksektir. Pekşen [27] ve Ülker [28] bitki boyunun çevre şartlarından çok fazla etkilendiğini bildirmektedirler. Araştırmamızda önemli verim ögeleri ile biyolojik verim ve tane verimi birinci yıl daha yüksektir. Çiçeklenme ve tozlanma yüksek sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenmekte ve bundan dolayı verim ve verim ögelerinde düşüşler yaşanmaktadır. Warland et al. [29] sıcaklık 1.5 ^{o}C arttığı zaman tane veriminin azaldığını bildirmektedir. Aytekin ve Çalışkan [30] (2015) generatif dönemlerde yaşanan herhangi bir stresin fasulyede tane

veriminde düşüşlere neden olduğunu bildirmektedirler. Bozoğlu and Gülümser [31] ve Ülker [28]bitkide bakla sayısının çevre şartlarından etkilendiğini bildirmektedirler. Anlarsal ve ark. [32] ve Kaçar ve ark. [33] yüksek sıcaklıkların fasulyede küçük tanelere sebep olduğunu bildirmektedirler. Rodríguez ve ark. [34] ve Ashraf and Hafeez [35] yüksek sıcaklığın asimilasyon birikiminde azalmaya neden olduğunu ve bu yüzden bitki büyümesinin azaldığını bildirmektedirler. Ayrıca yüksek sıcaklıklar bakterilerin etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir. İkinci yıl önemli verim ögeleri ve verimin düşük olmasında sıcaklığın etkisi ile bakterilerin daha az çalışmaları etkili olmuş olabilir. Sıcaklığın artması ile birlikte bitki köklerinin su alımları ve besin maddesi almaları hızlanmaktadır. Araştırmamızda bir çok besin elementi içeriğinin ikinci yıl daha yüksek olması sıcaklığın daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmamızda artan fosfor dozları çiçeklenme süresi, nodül sayısı, nodül kuru ağırlığı, yaprak sayısı, ana dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve bakla uzunluğu özelliklerini istatistiki anlamda etkilemezken, incelenen diğer özellikleri artan fosfor dozları istatistiki anlamda etkilemiştir (Çizelge 3,4,5,6,7). Ahmad [36] maş fasulyesinde bitki boyu, baklada tohum sayısı, bin tane ağırlığı ve bitkide tane veriminin belirgin olarak fosfor düzeylerinden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmiştir. Baydemir [37] protein oranı, bin tane ağırlığı, bitki boyu ve tane veriminin artan fosfor dozlarına göre arttığını bildirmiştir. Turuko ve Mohammed [38] yaptıkları bir çalışmada değişik dozlarda uygulanan fosforun fasulye bitkisinin gelişimi, kuru madde ve tane verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Fosfor uygulanması ile yaprak alanı, kuru madde ve tane veriminde önemli düzeylerde artışlar bulmuşlardır. Mtua [39] fasulyede yapmış olduğu çalışmada artan fosfor dozlarına bağlı olarak bitki boyu, klorofil içeriği, biyolojik ve tane veriminin arttığını bildirmektedir. Ayrıca incelenen besin elementlerinin artan fosfor dozlarının önemli ölçüde etkilediğini; fosfor dozlarının tanede azot kapsamını etkilemezken, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, mangan, çinko ve bor düzeyini artırdığını bildirmiştir.

Araştırmamızda erken çiçeklenmeyi ve olgunlaşmayı sağlayan biyolojik gübre Bontera olmuştur. Klorofil içeriği, yaprak alan indeksi ve bitki örtüsü indeksi gibi fizyolojik parametrelerde ise rhizobia daha etkili bakteri olarak belirlenmiştir. Nodülasyon potansiyeli üzerine bakterilerin bir etkisi olmamış, en yüksek değerler kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Tane verimi ve önemli verim ögeleri bakımından ise NSAH ve köklendirici uygulanan parsellerden en yüksek değerler elde edilmiştir. Fayetörbay ve ark. [40] macar fiğinde bakteri

uygulamasının bitkide bakla sayısı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu ancak ana dal sayısı, bin tane ağırlığı ve tohum verimini artırdığını bildirmektedirler. Önder ve ark. [41] fasulyede iki farklı mikrobiyal gübre ve 3 fosfor dozunu denemişler, ilk bakla yüksekliği, bakla verimi, bitki boyu, yüz tane ağırlığıve bitkide tane verimi bakımından istatistiksel anlamda farklılıklar saptamışlardır. Talay [42] biyogübre uygulamalarının arpada bitki boyu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimini artırdığını bildirmiştir. Ardekani ve ark. [43] *Azospirillum* bakterisinin buğdayda verim ve verim öğelerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada başak sayısı, başakta tane sayısı ve tane veriminin arttığını bildirmişlerdir. Zahir ve ark.[44] *Azotobacter* bakterisinin mısır bitkisinde bitki boyu, toplam verim ve tane veriminde artışa neden olduğunu saptamışlardır. Naseri ve ark. [45] *Azotobakter* ve *Pseudomonas* bakterilerinin aşılandığı kolza ile yapılan bir çalışmada tohum veriminde sırasıyla %15.8 ve %13.7 oranında artış sağlandığı ayrıca bitki başına bakla sayısı, bakla başına tohum sayısı ve 100 dane ağırlığında artış kaydedildiği bildirilmiştir. Akhtar ve ark. [46] *Rhizobium ve Bacillus sp*. bakterisini buğday tohumlarına aşılayarak buğdayın verim ve verim öğelerine etkileri araştırmış, çalışma sonunda buğdayda bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, tane verimi, bin tane ağırlığı ve başakta başakcık sayısında artış olduğu bildirmiştir. Nguyen ve ark. [47] bitki gelişimini teşvik edici bakteri uygulamaları ile buğday başağında N, P, K, Mg, Zn ce Cu miktarının arttığını bildirmektedirler. Kutlu ve ark. [48] kekik bitkisinde 35 bakteri ile yaptıkları çalışmalarında bakteri uygulaması ile bitkide N,P, K oranının arttığını bildirmişlerdir.

7.SONUÇ

Araştırmanın birinci yılında incelenen önemli verim ve verim ögeleri daha yüksek çıkmıştır. Bunda ikinci yıl sıcaklığın daha yüksek olması etkili olmuş olabilir. Besin elementleri ise ikinci yıl daha yüksektir. İkinci yıl sıcaklığın artması ile birlikte bitki köklerinin su alımları ve besin maddesi almaları hızlanmış ve sonuçlar daha yüksek çıkmıştır. Fosfor dozları incelenen özellikleri olumlu etkilemiş ve artan dozlara bağılı olarak incelenen özelliklerde artışlar belirlenmiştir. Araştırmamızda bakteri uygulamaları incelenen özellikleri olumlu yönde etkilemiştir. Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin etkisi bakteri tür ve sayısı, bitki-bakteri kombinasyonu, bitki genotipi, gelişme dönemi, hasat tarihi, bitkisel parametreler, toprak tipi, toprak organik madde miktarı ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir. Bitki gelişimini teşvik edici bakteri uygulamaları laboratuar, sera ve tarla koşullarında yürütülmekte, ancak tarla denemelerinde önceden tahmin edilemeyen bazı koşullar bazen

uygun sonuçların alınmasını zorlaştırmaktadır. Diğer taraftan kontrollü koşullarda etkin olabilen bazı bakteri türlerinin tarla koşullarında yetersiz olduğu da bilinen bir gerçektir. Kullanılan mikrobiyal gübrelerin tarla koşullarında gelecek yıllarda denenmesi sonuçların daha kesinlik kazanması açısından önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

[1]Seymen, M., Türkmen, Ö., Paksoy, M. Bazı bodur taze fasulye (Phaseolus vulgaris L.) çeşitlerinin Konya koşullarında verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24 (3): 37-40, 2010.
[2]Anonim. Eskişehir Tarım İl Müdürlüğü, Eskişehir İli Tarım Master Planı, 2002.
[3]Akçin, A. Yemeklik Tane Baklagiller, Yayın No: 8, Selçuk Üniv. Zir. Fak.,Konya, 1988, 1-189.
[4]Çelik, M., Başyiğit, H. Eskişehir Tarım İl Müdürlüğü, Eskişehir İli Tarım Master Planı, 2002.
[5]FAO.http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=production.crops.primary&domain=production&servlet=1&hasbulk=&version=ext&language=en (erişim tarihi:19.05.2017), 2014.
[6]Sönmez, F. Fosfat çözücü bakteriler ve değişik dozlarda organik gübre uygulamalarının nohutun (*Cicer arietinum* L.) verim ve besin elementi içeriğine etkilerinin araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı,162 sayfa, Van, 2012.
[7]Glick, B.R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can J Microbiol, 41:109-117,1995.
[8]Burdman, S., Jurkevitch, E., Okon, Y. Recent advances the use of plant Growth Promoting Rhizobacteria (BGTB) in agriculture. In Microbiol Interactions in Agriculture and Forestry. Subba, R.N., Dommergues, Y.R.(eds). Vol II Chp. 10, 29-250. Pub. Inc. UK., 2000.
[9]Glick, B.R., Patten, C.L., Holguin, G., Penrose, D.M. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial College Press,, London, 267, 1999.
[10]Cebel, N., Altuntaş, S. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Raporları, http://www.tgae.gov.tr, 1992.
[11]Güvercin, E. Farklı Yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılaması demir uygulamasının nodülasyon ve verime etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 175sayfa, Adana, 2009.
[12]Gilani, R.H., Mian, M.A., Muhammad, S., Ghani, A. The fertilizer phosphate utilization efficiency in wheat production. Pakistan Journal of Soil Science, 1(1-2): 7-9,1983
[13]Çakmakçı, R. Bitki gelişiminde fosfat çözücü bakterilerin önemi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (35): 93-108, 2005.
[14]Jones, D.L., Darrah, P.R. Role of root derived organic acids in the mobilization of nutrients from the rhizosphere. Plant Soil, 166:247-257, 1994.
[15]Yadav, K.S., Dadarwal, K.R. Phosphate solubilization and mobilization through soil microorganisms. In: Biot. Appr. Soil Micr. Sust. Crop Prod. 293□308. Sci Publis Jodhpur, 1997.
[16]Kundu, B.S., Gaur, A.C. Rice responce to inoculation with N2-fixing and P soluvilizing microorganisms. Plant Soil, 79: 227-234, 1984.
[17]Monib, M., Hosny, I., Besada, Y.B. Seed inoculation of castor oil plant (*Ricinus communis)* and effect on nutrient uptake. Soil Biol Conserv Biosphere, 2: 723-732, 1984.
[18]Gaur, A.C.,Ostwal, K.P. Influence of phosphate dissolving bacilli on yield and phosphate uptake of wheat crop. Indian J Exp Biol., 10: 393-394, 1972.

[19]Subba, R.N.S. Advances in agricultural microbiology. in: Subba Rao NS, editör. Studies in the Agricultura and Food Sciences. London: Buttenvorth Scientific, 295-303, 1982.
[20]Khan, M. S., Zaidi A., Wani, P.A. Role of phosphate solubizing microorganism in sustainable agriculture- a rewiev. Biomedical and life sciences, Sustainable Agriculture, Part 5, 551-570, 2009.
[21]Küçük, Ç., Güler, İ. Bitki gelişimini teşvik eden bazı biyokontrol mikroorganizmalar. Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR (Line Eski adı: OrLab On-Mikrobiyoloji Dergisi) 7(1):30-42, 2009.
[22]Alpaslan, M., Güneş, A., İnal, A. 1988. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1501, Ders kitabı: 455, 1988, 437 sayfa, Ankara.
[23] Xu, Q., Chitnis, V. P., Ke, A., Chitnis, P. R. Structural Organization of Photosystem I. In P Mathis, ed, Photosynthesis: From Light to Biosphere.Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 87-90,1995.
[24] Gaur, P.M., Samineni, S., Krishnamurthy, L., Kumar, S., Ghanem, M.E., Beebe, S. High temperature tolerance in grain legumes. Legume Perspect, 7: 6-7, 2015.
[25]Yavaş, İ., Ünay, A. Baklagillerde kök, nodül oluşumu ve azot fiksasyonu üzerine bazı küresel iklim değişikliği parametrelerinin etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4(2): 270- 278, 2018.
[26]Öner, F., Sezer, İ. Işık ve sıcaklığın mısırda (*Zea mays L.*) büyüme parametreleri üzerine kantitatif etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 55-64, 2007.
[27] Pekşen, E. Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 88-95, 2005.
[28] Ülker, M. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 2008.
[29] Warland, J.S., McDonald, M.R., McKeown, A.M. Annual yields of five crops the family Brassicacae in southern Ontario in relation to weather and climate. Canadian Journal of Plant Science, 86: 1209-1215, 2006.
[30] Aytekin, R.İ., Çalışkan, S. Fasulyede büyüme ve gelişme dönemleri. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(2): 84-93, 2015.
[31] Bozoğlu, H., Gülümser, A. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip çevre interaksiyonları ve stabilitelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Turkish Joural of Agriculture and Forestry, 24: 211-220, 2000.
[32] Anlarsal, A.E., Yücel, C., Özveren, D. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 24:19–29, 2000.
[33] Kaçar, O., Çakmak, F., Çöplü, N., Azkan, N. Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (1): 207-218, 2004.
[34] Rodríguez, M., Canales, E., Borrás-Hidalgo, O. Molecular aspects of abiotic stress in plants. Biotechnology and Applied Biochemistry, 22: 1-10, 2005.
[35] Ashraf, M., Hafeez, M. Thermotolerance of pearl millet and maize at early growth stages: Growth and nutrient relations. Biologia Plantarum, 48: 81-86, 2004.
[36] Ahmad, I. Effect of row spacings and phosphorus levels on growth, yield and quality of mungbean (*Vigna radiata* L.). University of Agriculture, Faisalabad, 2001, pp. 94.
[37]Baydemir, F. Farklı sıra aralığı ve fosfor dozlarının maş fasulyesi 'nde [V*igna radiata* (L.) wilczek] verim ve bazı verim unsurları üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013.

[38] Turuko, M., Mohammed, A. Effect of different phosphorus fertilizer rates on growth, dry matter yield and yield components of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), World Journal of Agricultural Research, 2 (3): 88-92, 2014.
[39]Mtua, K.A. Farklı miktarlarda fosfor ve tki-hümas uygulamalarının fasulye bitkisinin verimi ve kalitesi üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
[40] Fayetörbay, D., Çomaklı, B., Daşcı, M. Fosfor çözücü bakteri, fosforlu gübre ve tavuk gübresi uygulamalarının macar fiğinde (*Vicia Pannonica Roth*) tohum verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 20: 345-357, 2014.
[41]Önder, M., Babaoğlu, M., Ceyhan, E., Yorgancılar, M. Biyogübre ve fosforlu gübre dozlarının fasulye bitkisinin verim ve verim unsurlarına etkisi. Türkiye 1. Ekolojik tarım Sempozyumu, 21-23 Haziran, Atatürk Kültür Merkezi, Konak, İzmir, 1999.
[42] Talay, T. Kimyasal gübrelerin etkinliğini artırmada rizobakteri (PGPR) uygulamalarının bazı kışlık arpa (*Hordeum vulgare L.*) çeşitlerinde verim ve verim öğelerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 2019.
[43] Ardekani, R.F., Majd, D., Mazaheri, G., Noor Mohammadi, A. Optimization using nitrogen in sustainable agriculture. Wheat With Nitrogen Fixing Bacteria Iranian Journal of Crop Sciences, 4: 79-66, 2008.
[44] Zahir, Z.A., Asghar, H.N., Asif, M., Akhtar, M.J. Growth and yield of wheat as affected by compost enriched with chemical fertilizer, L-tryptophan and rhizobacteria.. Pak. J. Agri. Sci, 44(1):136-140, 2007.
[45] Naseri, R., Maleki, A., Naserirad, H., Shebibi, S., Omidian, A. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on reduction nitrogen fertilizer application in rapeseed (*Brassica napus* L.). Middle-East Journal of Scientific Research, 14(2): 213-220, 2013.
[46] Akhtar, N., Arshad, I., Shakir, M.A., Qureshi, M.A., Sehrish, J., Ali, L. Coinoculation with *rhizobium* and *bacillus* sp to improve the phosphorus availability and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). The Journal of Animal & Plant Sciences, 23(1): 190-197, 2013.
[47]Nguyen, M.L., Spaepen, S., Jardin, P., Delaplace, P. Biostimulant effects of rhizobacteria on wheat growth and nutrient uptake depend on nitrogen application and plant development. Archives of Agronomy and Soil Science, 65 (1): 58-73,2019.
[48]Kutlu, M., Çakmakçı, R., Hosseinpour, A., Karagöz, H. The use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR)'s effect on essential oil rate, essential oil content, some morphological parameters and nutrient uptake of Turkish oregano. Applied Ecology and Environmental Research, 17(2):1641-1653, 2019.

EK-I

PROJE DESTEĞİ	**:**	**49 809.42 TL**
HARCANAN MİKTAR	**:**	**49 250.71 TL**
EK DESTEK	**:**	**4000.00TL**

PROJE KAPSAMINDA ALINAN CİHAZ VE DEMİRBAŞLAR:

No	Adı	Markası	Yeri
1	Birinci yıl standart yaprak ve toprak analizi		T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
2.	İkinci yıl standart yaprak ve toprak analizi		T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
3	Bitki-tohum öğütücü	Lavion	Karen Biyoteknoloji Kimya Gıda Müh. Lab. San. Ve Tic. Ltd. Şti.
4	Yaprak alan indeksi ölçer	Delta-SunScan	ABC Analitik Biyoteknoloji ve Çevre Lab. Cihazları San. Ve Tic. Ltd. Şti.
5	Cihazların bakım ve onarımı		Turan Maksan Ziraat Aletleri İmalatı ve Tamiri