



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Fosfor Çözücü Bakteri, Fosforlu Gübre ve Tavuk Gübresi Uygulamalarının Macar Fiğinde (*Vicia Pannonica Roth*) Tohum Verimi ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri

Dilara FAYETÖRBAY^a, Binali ÇOMAKLI^a, Mahmut DAŞCI^a

^aAtatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 25240, Erzurum, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Sorumlu Yazar: Dilara FAYETÖRBAY, E-posta: dorbay@atauni.edu.tr, Tel: +90 (442) 231 25 29

Geliş Tarihi: 20 Mayıs 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 14 Şubat 2014, Kabul: 26 Mart 2014

ÖZET

Baklagil yem bitkileri azot ihtiyaçlarını simbiyotik yolla karşılayabildiğinden fosforlu gübrelemeye iyi tepki verirler. Diğer yandan kimyasal gübrelerin fiyatının artması e çevre kirliliğine sebep olmasına bağlı olarak çevreye dost alternatif fosfor kaynaklarına ilgi artmıştır. Erzurum sulu şartlarında 2009-2010 yılları arasında yürütülen bu çalışmada tek doz fosfat çözücü bakteri (*Bacillus megaterium* M-3, 10^8 CFU ml⁻¹), 2 farklı dozda (0.3 t ha⁻¹) tavuk gübresi ve 3 farklı dozda (0, 50, 100 kg P₂O₅ ha⁻¹) uygulanan fosforlu gübrenin Macar fiğinde tohum verimi ve verim unsurları üzerine etkileri ele alınmıştır. Bakla sayısı ortalama 13.58 adet; ana dal sayısı 2.01 adet; baklada tane sayısı 4.58 adet; 1000 tane ağırlığı 32.93 gr ve tohum verimi ise 1.59 t ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Erzurum gibi yüksek rakımlı ve fosfor yönünden fakir veya orta topraklara sahip alanlarda suluda Macar fiğinde tohum üretmek için 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ uygulamasına ilaveten fosfor çözücü bakteri ve 3 ton ha⁻¹ tavuk gübresi uygulaması yüksek verim için uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fosfor çözücü bakteri; Fosforlu gübre; Tavuk gübresi; *Vicia pannonica* Roth; Tohum verimi; Verim unsurları

Effects of Phosphorus Solubilizing Bacteria, Phosphorus Fertilizer and Poultry Manure Treatments on The Seed Yield and Yield Components of Hungarian Vetch (*Vicia Pannonica Roth*)

ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Dilara FAYETÖRBAY, E-mail: dorbay@atauni.edu.tr, Tel: +90 (442) 231 25 29

Received: 20 May 2013, Received in Revised Form: 14 February 2014, Accepted: 26 March 2014

ABSTRACT

Legumes give good response to phosphorus fertilizer because they obtained required nitrogen via symbiotic way. On the other and, some problems such as increasing prices and environmental pollution related to chemical phosphorus fertilizer, increased interest in alternative and environmental friendly phosphorus resources. This study was carried out

to determine the effects of phosphorus solubilizing bacteria (*Bacillus megaterium* M-3, 10^{-8} CFU ml⁻¹), two different doses of poultry litter (0.3 t ha⁻¹) and three different doses of phosphorus fertilizer (0, 50, 100 kg P₂O₅ ha⁻¹) treatments on seed yield and yield components of Hungarian vetch. Experiments were carried out under irrigated conditions of Erzurum, between the years 2009 and 2010. Number of pods per plant 13.58, the number of branches 2.01, the number of seeds per pod 4.58, 1000-grain weight 32.93 and seed yield 1.59 t ha⁻¹ was reported, respectively. According to these results, plus phosphorus solubilizing bacteria and 100 kg P₂O₅ ha⁻¹ and poultry litter may be recommended for higher seed yields of Hungarian vetch for places such as Erzurum, a high altitude semiarid environment and in terms of phosphorus poor or moderate.

Keywords: Phosphorus solubilizing bacteria; Phosphorus fertilizer; Poultry manure; *Vicia pannonica* Roth; Seed yield; Yield parameters

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Hayvan besleme açısından ön plana çıkan baklagil yem bitkilerinin ekiliş alanı ve üretim miktarının artırılması bölgeye uygun tür ve çeşitlerin geliştirilmesi ve bunların yaygınlaştırılması için yeterince tohumun üretilmesi veya temini ülke ve bölge hayvancılığı açısından önem arz etmektedir. Baklagiller familyası içerisinde yer alan fiğ türleri içerisinde soğuğa dayanıklı olan Macar fiği yetiştiriciliği bölge şartlarına uyum problemi olmaması (Tahtacıoğlu et al 1996) ayrıca otunda ve tanesinde yüksek ham protein oranına sahip olması nedeniyle hayvan beslenmesinde oldukça önemli bir yem bitkisidir (Tan & Serin 2013).

Baklagiller köklerindeki *Rhizobium* bakterileri sayesinde havanın azotunu bağladıklarından azotlu gübrelemeye çok ihtiyaç duymazken, özellikle fosforlu gübrelemeye iyi tepki verirler. Fosfor uygulamasına bağlı olarak artan kök gelişimi ile kökün topraktaki temas yüzeyi artmakta, böylece bitkilerin diğer besin maddelerinden yararlanma oranları artmaktadır (Marschner 1995). Fosforlu gübrelere iyi tepki veren Macar fiğinde yüksek verim için ihtiyaç duyduğu fosfor organik ya da inorganik yolla sağlanmalıdır. Ancak kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanımından ve çevreye zararlı etkilerinden dolayı daha az ve dikkatli kullanılmalı ya da bunlara alternatif olabilecek organik ürünlerin kullanımı giderek önem kazanmaktadır (Orson 1996). Tavuk gübresi fosfor, azot ve diğer besin elementleri bakımından zengin,

toprakların fiziksel özelliklerini ve verimliliğini geliştiren önemli bir organik bir gübre kaynağıdır (Ano & Agwu 2005).

Bitkiler genel olarak topraktaki toplam fosforun sadece %1'inden faydalanabilirler (Scheffer & Schachtschabel 1992). Toprakta serbest yaşayan ve "bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler" BGTB adı verilen mikroorganizmalar enzim ve hormon sentezini değiştirerek, bitki besin elementi alımını artırarak bitki büyümesini teşvik etmektedir (Şahin et al 2004; Yolcu et al 2012). Bu nedenle bakteri aşılmasının kimyasal gübrelerle beraber kullanılabileceği ya da kimyasal gübre kullanımına bir alternatif olabileceği düşünülmektedir (Çakmakçı et al 1999). Uzunmehmetoğlu & Kendir (2006), Ankara koşullarında kışlık yetiştirilen koca fiğ (Vicia narbonensis L.) değişik hatları ile kışlık ve yazlık ekimin tane verimi ile bazı bitkisel özellikler üzerine olan etkilerini incelemişlerdir.

Enerji fiyatlarındaki artışa bağlı olarak fosforlu gübre fiyatların sürekli artmasının yanında fosforlu gübrelerin kadmiyum içermesi nedeniyle çevreye zararlı olmaları, tarımda sürdürülebilirliği ön plana çıkarmıştır. Bu doğrultuda fosforlu gübreye alternatif arayışı hızlanmıştır. Bu çalışmanın amacı Macar fiğinde yüksek verim için uygun fosforlu gübre dozunun belirlenmesi ve fosfor çözücü bakterinin yalnız veya tavuk gübresi ile birlikte uygulanmasının kimyasal gübreye alternatif olup olamayacağı sorusuna cevap bulmak olmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Erzurum'da Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait 4 no'lu kuyu deneme alanında 2009 ve 2010 yıllarında yürütülmüştür. Toprakların tekstürleri Bouyoucus hidrometre yöntemiyle (Gee & Hortage 1986) iki yılda da tın sınıfında belirlenmiştir. pH'ları 1:2.5'lük toprak-süspansiyonunda potansiyometrik olarak cam elektrotlu pH metre ile (McLean 1982) ilk yıl 7.45, ikinci yıl 7.65 belirlenmiştir. Kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik olarak (Nelson 1982) ilk yıl % 0.82, ikinci yıl % 0.85 saptanmıştır. Toprakların organik madde içerikleri Smith-Weldon yöntemiyle (Nelson & Sommers 1982) ilk yıl % 1.40, ikinci yıl % 1.80 belirlenmiştir. Fosfor içerikleri Molibdofosforik mavi renk yöntemine göre oluşturulan mavi renkli çözeltinin ışık absorpsiyonu 660 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede okunarak (Olsen & Summers 1982) ilk yıl 27.5 kg ha⁻¹, ikinci yıl 62 kg ha⁻¹ belirlenmiştir. Potasyum içeriği alevli fotometre yöntemiyle (Thomas 1982) ilk yıl 118 kg ha⁻¹ ikinci yıl 158 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Deneme sahasının yıllık toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre 410.2 mm, denemenin ilk yılında 437.8 mm, ikinci yılında 475.9 mm olarak gerçekleşmiş olup uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmiştir. Denemenin ilk yılında Mart, Haziran, Ekim ayları, ikinci yılında ise Mart, Mayıs ve Ekim ayları daha yağışlı geçmiştir (Çizelge 1).

Uzun yıllar (1929-2009) ortalaması 5.3 °C olan sıcaklık deneme yıllarında sırasıyla 5.8 °C ve 7.9 °C olup uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmiştir. Özellikle ikinci yılda belirgin bir yükselme görülmüştür. İlk yıl en yüksek sıcaklık 17.2 ile Temmuz ayında, ikinci yıl ise 20.3 ile Ağustos ayında tespit edilmiştir. Nispi nem değerleri ise uzun yıllar ortalamasına göre % 65.4 ve deneme yıllarında sırasıyla % 68.2 ve % 66.5 olarak belirlenmiştir. Bitkinin aktif büyüme dönemi olan Mayıs-Temmuz dönemi aylık nispi nem ortalaması ilk yılında Mayıs ayında uzun yıllar ortalamasına göre düşük seyrederken Haziran ve Temmuz aylarında yüksek belirlenmiş, ikinci yılında ise uzun yıllar ortalamasının üzerinde olmuştur.

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme deseninde faktöriyel düzenlemeye göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parselde 3 m

Çizelge 1- Erzurum ilinde 2009, 2010 ve uzun yıllar ortalamasına ait yağış sıcaklık ve nispi nem değerleri

Table 1- 2009, 2010 and long-term average values of rain fall, temperature and relative humidity values in Erzurum province

Aylar	Aylık toplam yağış (mm)			Aylık ortalama sıcaklık (C°)			Aylık ortalama nispi nem (%)		
	2009	2010	UYO	2009	2010	UYO	2009	2010	UYO
Ocak	2.3	52.2	19.8	-12.1	-4.3	-9.7	82.4	84.0	77.0
Şubat	18.8	14.8	24.8	-3.1	-1.8	-8.6	84.7	82.3	77.0
Mart	51.1	82.2	31.0	-0.7	3.1	-2.8	73.8	69.1	75.0
Nisan	42.7	54.2	58.4	4.3	5.6	5.4	64.6	71.3	66.0
Mayıs	43.2	63.6	70.0	10.0	10.4	10.5	61.0	69.6	63.0
Haziran	76.2	50.5	41.6	14.7	15.9	14.9	65.0	60.1	58.0
Temmuz	29.2	55.5	26.2	17.2	19.5	19.3	60.7	56.0	52.0
Ağustos	22.8	9.0	15.1	17.1	20.3	19.4	50.6	44.8	49.0
Eylül	43.7	8.8	20.0	12.4	17.0	14.3	53.1	48.1	52.0
Ekim	51.0	72.2	47.9	8.7	9.2	7.6	62.4	70.2	65.0
Kasım	41.4	0.0	32.9	1.8	1.8	-0.1	75.7	66.1	73.0
Aralık	15.4	12.9	22.5	-1.1	-1.9	-6.6	84.7	76.6	78.0
Top/Ort	437.8	475.9	410.2	5.8	7.9	5.3	68.2	66.5	65.4

Çizelgedeki veriler Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nde alınmıştır

uzunluğunda 6 sıra bitki ekilerek ve sıra aralığı 30 cm (Tan & Serin 2013) olarak planlanmıştır. Deneme 0, 50 ve 100 kg P₂O₅ ha⁻¹ dozlarında kimyasal gübre (Triple süper fosfat), 0 ve 3000 kg ha⁻¹ dozlarında tavuk gübresi ve fosfor çözücü bakteri (*Bacillus megaterium*) aşılmasını içermektedir. *Bacillus megaterium* aşılması inkübasyondan sonra 10⁸ CFU ml⁻¹ yoğunluğunda hazırlanmış ve bakteri aşılması parsellerine ekilecek tohumlara aşılanmıştır. Denemede bütün parsellere ekilecek tohumlar ekim öncesi Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünden temin edilen *Rhizobium leguminosarum* bakterisi ile aşılanmıştır. Fosforlu gübre ve tavuk gübresi tırmıkla toprağa karıştırılmıştır. 8 kg da⁻¹ Macar fiği tohumları her iki deneme yılında da (16 Eylül 2009 ve 2010) sonbaharda önceden hazırlanmış tohum yatağına 4-6 cm derinliğe (Tan & Serin 2013) el mibzeri ile ekilmiştir. Fosfor çözücü bakteri (*Bacillus megaterium*) ile aşılanmış olan tohumlar bulaşmanın olmaması için farklı el mibzerleri kullanılmıştır. Parseller iki yılda da 3 kez büyüme sezonunda topraktaki nem eksikliğinden dolayı bitkilerin rengi koyu yeşile döndüğünde sulama yapılmıştır. Parsellerin başlarından 0.5 m ve kenarlarından birer sıra kenar tesiri olarak atıldıktan sonra bitkilerde alt baklalar kahverengiye dönmeye başlayınca tohum hasadı yapılmıştır (Tan & Serin 2013). Tesadüfen seçilen 10 bitkide ana sap ve kardeşlerde bulunan toplam bakla sayısı sayılmış (Ekiz 1983) ve yine seçilen 10 bitkide ana sapta ilk baklanın çıktığı boğumdan bir sonraki boğumda bulunan baklalardaki taneler sayılmış (Sümerli et al 2002) sonuçları adet olarak tespit edilmiştir. İlk yıl 5 Ağustos, ikinci yıl ise 30 Temmuz'da hasat yapılmıştır. Daha sonra hasat edilen bitkiler harmanlandıktan sonra elde edilen tohumları tartılarak verimleri kg ha⁻¹ cinsinden belirlenmiştir. Her parselden elde edilen tohumlardan 4 tekrarlamalı olarak 100 adet tohum sayılmış ve hassas terazide tartılarak ortalaması alınmış ve sonucunun 10 ile çarpılmak suretiyle 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır (Şehirli 1997).

Araştırmada elde edilen verilerin JMP bilgisayar paket programında varyans analizine tabi

tutulmuştur (SAS Institute 2002). Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmıştır (Yıldız & Bircan 1994).

3. Bulgular ve Tartışma

BGTB uygulamasının bakla sayısına etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Artan fosfor dozlarıyla beraber bitkide bakla sayısı istatistiksel olarak önemli (P<0.01) seviyede artmış ve en yüksek değer (15-16 adet) ile hektara 100 kg P₂O₅ uygulamasıyla elde edilmiştir. Fosfor bitkide daha çok generatif gelişmeyi teşvik ettiğinden (Yıldız 2008) dolayı fosforlu gübrelemeyle bakla sayısı artmış olabilir. Nitekim fosforlu gübrelemenin bakla sayısı artırdığı önceki çalışmalarda da belirlenmiştir (Taş 1996; Maqsood et al 2001; Kadioğlu 2011).

Tavuk gübresi uygulaması bitkide bakla sayısını önemli (P<0.01) seviyede artırmıştır. Yine yıllar arasında bitkide bakla sayısı yönünden önemli (P<0.01) fark çıkmıştır. İkinci yıldaki değerler ilk yıla göre daha yüksek olmuştur. İkinci yıldaki artış denemenin ikinci yılında toprakların fosfor yönünden daha zengin olmasından kaynaklanabilir. Tavuk gübresi azot ve fosfor başta olmak üzere besin elementlerince zengin bir organik gübredir. İçerdiği besin elementine ilaveten organik madde kapsamı sayesinde toprağın fiziksel yapısını da iyileştirdiği için ortamı bitki gelişmesi açısından daha elverişli hale getirmesi sonucu bitkiler daha fazla bakla meydana getirmiş olabilirler. Nitekim yapılan çalışma da da tavuk gübresi uygulamasının bakla sayısını artırdığı belirlenmiştir (Subrahmaniya et al 1999).

Tavuk gübresi uygulanmayan parsellerde BGTB uygulaması bakla sayısını azaltırken, tavuk gübresiyle beraber bakteri aşılması bakla sayısını artırmıştır. Bu farklı tepki sonucu B x TG interaksyonu önemli olmuştur (Şekil 1a). Bu durum muhtemelen tavuk gübresi uygulamasıyla toprak organik maddesi ve besin elementi içeriğinin artmasıyla bakteri etkinliğinin hızlanmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim yapılan çalışmada bakteri aşılmasının etkinliği bakteri suşu, toprak organik maddesi ve besin elementi içeriği,

Çizelge 2- BGTB, tavuk gübresi ve fosforlu gübre uygulamalarının Macar fiğinde (*Vicia pannonica*) bakla sayısı (BS), ana dal sayısı (ADS), baklada tane sayısı (BTS), 1000 tane ağırlığı (1000 TA) ve tohum verimine (TV) etkisi

Table 2- Effects of BGTB, chicken manure and phosphorus fertilizer applications on number of pods (NP), number of main branches (NMB), seed number per pod (SNP), 1000-grain weight (1000 GW) and seed yield (SY) in Hungarian vetch (*Vicia pannonica*)

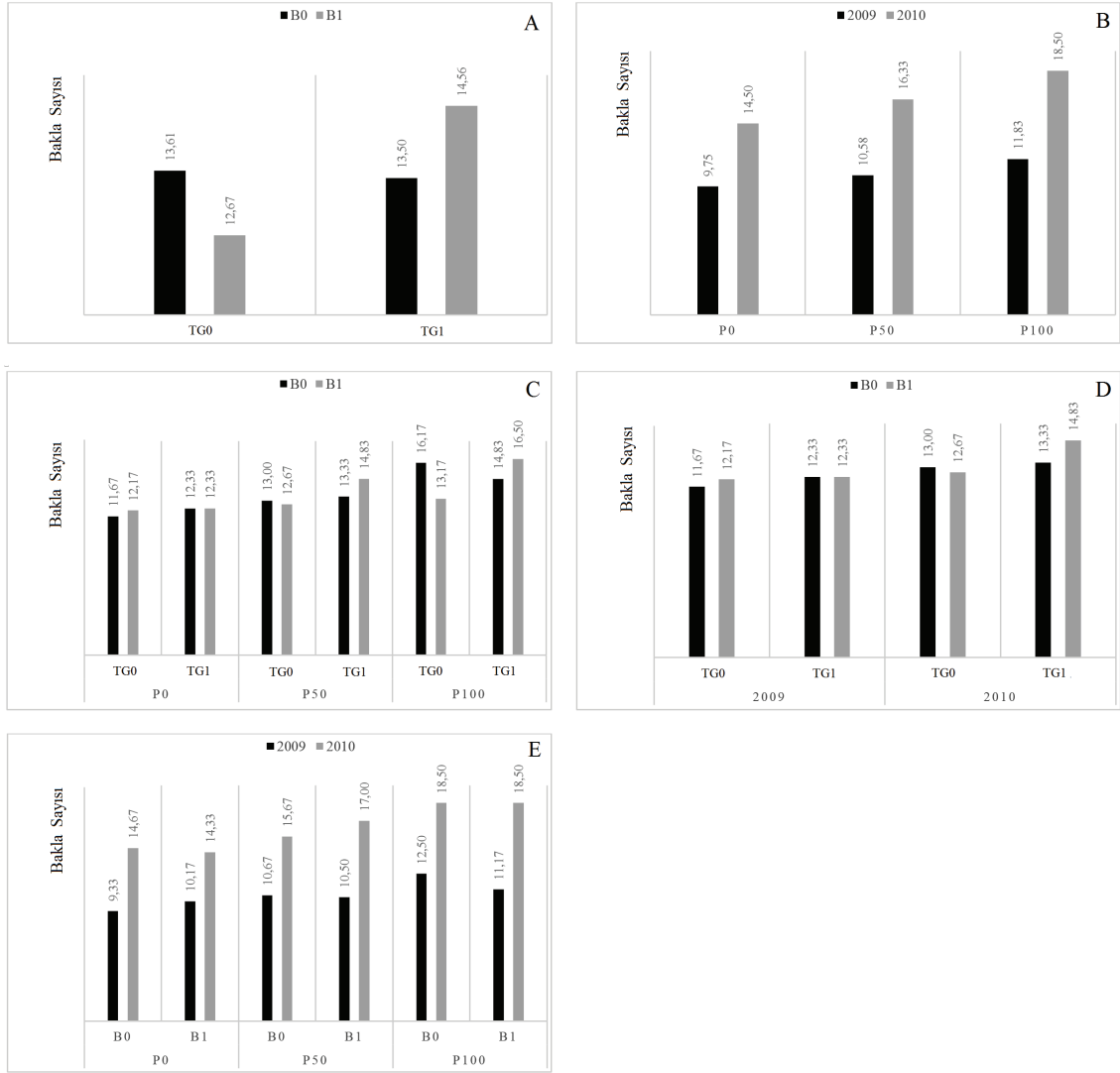
		BS (adet)	ADS (adet)	BTS (adet)	1000 TA (g)	TV (t ha ⁻¹)
BGTB (B)	B0	13.55	1.88 ^B	4.61 ^A	32.77 ^b	1.52 ^B
	B1	13.61	2.14 ^A	4.56 ^B	33.10 ^a	1.67 ^A
	Ortalama	13.58	2.01	4.58	32.93	1.59
Fosforlu Gübre (P)	P0	12.12 ^C	1.87 ^b	4.19 ^C	31.00 ^C	1.43 ^C
	P50	13.45 ^B	2.00 ^{ab}	4.64 ^B	32.66 ^B	1.55 ^B
	P100	15.16 ^A	2.16 ^a	4.93 ^A	35.15 ^A	1.79 ^A
	Ortalama	13.58	2.01	4.58	32.93	1.59
Tavuk gübresi (TG)	TG0	13.13 ^B	1.94	4.47 ^B	32.86	1.58
	TG1	14.02 ^A	2.08	4.71 ^A	33.01	1.60
	Ortalama	13.58	2.01	4.58	32.93	1.59
Yıl (Y)	2009	10.72 ^B	2.00	4.57 ^B	32.73 ^b	1.43 ^B
	2010	16.44 ^A	2.02	4.60 ^A	33.15 ^a	1.75 ^A
	Ortalama	13.58	2.01	4.58	32.93	1.59
	B	ns	**	***	*	***
	P	***	*	***	**	***
	TG	***	ns	***	ns	ns
	Y	**	ns	**	*	***
	B x P	ns	ns	***	ns	***
	B x TG	**	ns	***	ns	**
	B x Y	ns	ns	ns	ns	ns
	TG x P	ns	ns	***	ns	***
	TG x Y	ns	ns	ns	ns	**
	P x Y	**	ns	ns	ns	ns
	B x P x TG	ns	**	***	*	***
	B x P x Y	**	ns	ns	ns	***
	B x TG x Y	***	ns	ns	ns	***
	P x TG x Y	ns	ns	ns	ns	***

BGTB (B), plant growth promoting rhizobacteria; TG, tavuk gübresi; P, fosforlu gübre; Y, yıl; büyük harfle gösterilen değerler % 1 (P < 0.01), küçük harfle gösterilen değerler % 5 (P < 0.05) önemlidir

çevre koşulları gibi birçok etkene bağlı olduğu belirlenmiştir (Şahin et al 2004; Çakmakçı et al 2006).

İlk yıla göre ikinci yıl fosforlu gübre uygulaması artan dozlarla beraber bakla sayısını önemli ölçüde artırmıştır. Bu durum P x Y interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 1b). İkinci yıl ilk yıla göre yağışın daha fazla olması ve sıcaklığın

daha yüksek olması nedeniyle fosfor alımı teşvik edildiği için bitkilerde bakla sayısı artmış olabilir. Çünkü düşük toprak sıcaklığı bitkilerde fosfor alımını kısıtlayan önemli bir çevre faktörüdür (Connor et al 2011). Nitekim artan fosfor alımına bağlı olarak baklagillerde bakla sayısının arttığı farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Abid et al 2002; Çetin & Öztürk 2012).



Şekil 1- a,b,c,d,e: Bakteri, fosfor ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde bakla sayısı üzerine etkileri; B x TG, Y x P, B x P x TG, B x TG x Y, B x P x Y

Figure 1- a,b,c,d,e- Effects of bacteria, phosphorus fertilizer, and chicken manure applications on number of pods in Hungarian vetch; ; B x TG, Y x P, B x P x TG, B x TG x Y, B x P x Y

Fosfor gübresi uygulanmayan parsellerde tavuk gübresiyle beraber bakteri uygulaması bakla sayısını etkilemezken, hektara 50 kg fosfor uygulanan parsellerde tavuk gübresi uygulanmadığında bakteri uygulamasının etkisi görülmezken, tavuk

gübresi uygulandığında bakla sayısında belirgin bir artış olmuştur. Hektara 100 kg fosfor uygulanan parsellerde ise tavuk gübresi uygulanmadığında BGTB uygulaması bitkide bakla sayısını azaltırken, tavuk gübresi uygulamasıyla belirgin bir artışa

sebepl olmuştur (Şekil 1c). Bu farklı tepki sonucu B x P x TG interaksyonunu önemli olmuştur (Şekil 1c). Bu durum toprakta değışen besin elementi konsantrasyonuna bağılı olarak bakterilerin farklı tepki göstermesinden kaynaklanmıştır. Nitekim benzer sonuçlar Çakmakçı et al (2006) tarafından da ortaya konulmuştur.

İlk yıl tavuk gübresi uygulanan ve uygulanmayan parsellerde BGTB aşılması bitkide bakla sayısını etkilemezken, ikinci yılda tavuk gübresi uygulanan parsellerdeki bakteri aşılması bitkide bakla sayısını belirgin bir şekilde artırmıştır. Ortaya çıkan bu durum Y x B x TG interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 1d).

İkinci yıl iklim ve toprak şartlarının farklılığından dolayı gübre ve BGTB etkinliği değışmiş, bakteri ve tavuk gübresinin beraber kullanımı bakla sayısını önemli derecede artırmıştır. Nitekim yapılan çalışmada organik gübre ve BGTB uygulamasının beraber kullanımının bakla sayısını ve verimi artırdığı belirlenmiştir (Javaid & Mamood 2010).

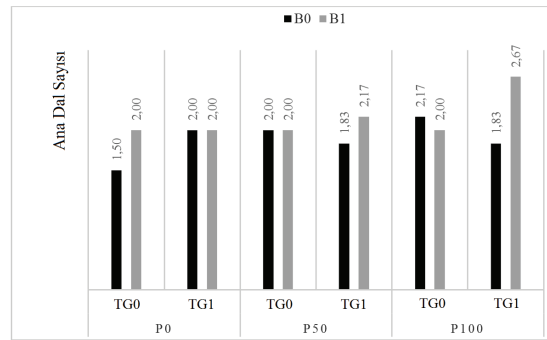
Fosfor uygulanmayan parsellerde ilk yıl BGTB aşılması bitkide bakla sayısını artırırken, ikinci yılda etkili olmamıştır. Hektara 50 kg fosfor uygulamasında ise bakteri aşılması ilk yıl etkisiz olurken ikinci yıl pozitif etki yapmıştır. Hektara 100 kg fosfor uygulamasında ise ilk yıl bakteri aşılması negatif etki yaparken ikinci yılda etkisiz olmuştur. Bu farklı tepki sonucu Y x B x P interaksyonu önemli olmuştur (Şekil 1e).

Bu durum besin elementlerinin yararlılığının mikroorganizma faaliyetine bağılı olması (Whitehead 2000) ve fosforlu gübreyle organik gübrenin beraber kullanımının daha etkin olmasının (Lanyasunya et al 2006) etkisiyle ortaya çıkmış olabilir. Nitekim yapılan çalışmalarda da kimyasal gübre, organik gübre ve BGTB uygulamalarının beraber uygulanmasının ot verimi, tohum verimi ve bakla sayısını artırdığı belirlenmiştir (Kumar et al 1999; Mirshekari et al 2012).

BGTB uygulaması Macar fiğı ana dal sayısını önemli ($P<0.01$) derecede artırmıştır. Benzer şekilde fosfor dozlarının artışıyla ana dal sayısındaki artış önemli belirlenmiş, tavuk gübresinin etkisi önemsiz

olmuştur. Fosfor çözücü bakteriler asit fosfataz ve organik asit üreterek topraktaki organik fosforun mineralize olmasını sağlayarak (Rodriguez & Fraga 1999) bitki gelişimini artırır. Nitekim yapılan çalışmada da gerek beraber gerekse ayrı ayrı bakteri ve fosfor uygulamasının ana dal sayısını artırdığı belirlenmiştir (Assiouty & Sedera 2005).

Fosfor ve tavuk gübresi uygulanmayan parsellerde bakteri uygulaması ana dal sayısını artırmışken, hektara 50 kg P_2O_5 uygulanan parsellerde tavuk gübresi uygulanmadığında BGTB etkili olmamış fakat tavuk gübresi uygulandığında ana dal sayısında belirgin bir artış olmuştur. Özellikle tavuk gübresi ile BGTB'nin birlikte uygulamasının olumlu etkisi 100 kg ha^{-1} fosfor uygulanan parsellerde çok belirgin olmuştur. Bu farklı tepki sonucu B x F x TG interaksyonu önemli olmuştur (Şekil 2). Kimyasal ve organik gübreyle bakteri aşılması beraber uygulandığında verimi daha çok artırdığı bilinmektedir (Mishra et al 2010). Gübreleme yoluyla toprağı verilen fosfor ya da bitkiye yararlısız halde bulunan fosfor bakteriler tarafından elverişli hale getirilir.



Şekil 2- Bakteri, fosfor ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde ana dal sayısı üzerine kombine etkisi; B x P x TG

Figure 2- Combine effects of bacteria, phosphorus fertilizer and chicken manure applications on number of main branches in Hungarian vetch; B x P x TG

Bakteri uygulaması baklada tane sayısını azaltırken ($P<0.01$), fosforlu gübre ve tavuk gübresi uygulaması artışa sebep olmuştur ($P<0.01$).

Ayrıca yıllar arasında da önemli ($P<0,01$) farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2).

Her iki yılda da BGTB uygulaması baklarda tane sayısını düşürmüştür, bakteri uygulanmayan parsellerde baklarda tane sayısı ikinci yıl daha yüksek tespit edilmiştir. Bu durum B x Y interaksiyonunun önemli ($P<0,01$) çıkmasına neden olmuştur (Şekil 3a).

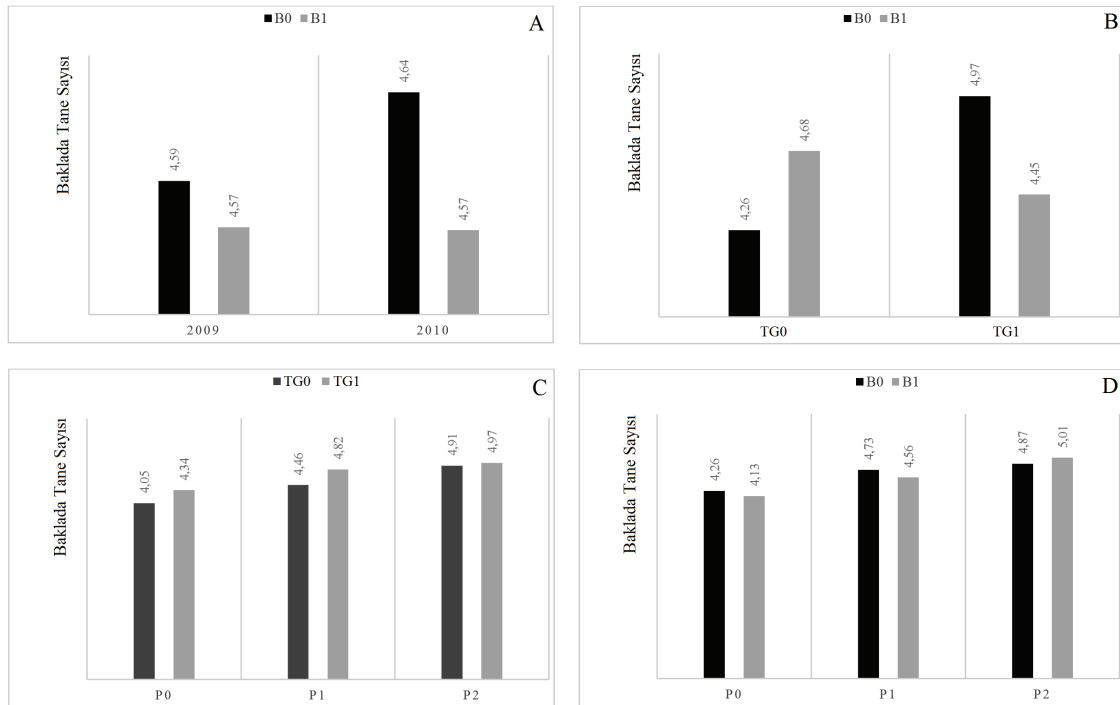
Fosfor uygulanmayan ve hektara 50 kg P_2O_5 fosfor uygulanan parsellerde BGTB uygulaması baklarda tane sayısını azaltmışken, hektara 100 kg P_2O_5 fosfor uygulanan parsellerde artırmıştır. Bu farklı tepki sonucu B x P interaksiyonunu önemli ($P<0,01$) çıkmiştir (Şekil 3b)

Tavuk gübresi uygulanmayan parsellerde BGTB uygulaması baklarda tane sayısını artırmışken, tavuk gübresiyle beraber bakteri uygulaması

düşürmüştür. Bu durum B x TG interaksiyonunun önemli ($P<0,01$) çıkmasına neden olmuştur (Şekil 3c). Fosfor uygulanmayan ve hektara 50 kg P_2O_5 uygulamasında tavuk gübresi uygulaması baklarda tane sayısını önemli ölçüde artırırken, 100 kg P_2O_5 uygulamasında etkisi önemsiz olmuştur. Bu farklı tepki sonucu P x TG interaksiyonu önemli ($P<0,01$) çıkmıştır (Şekil 3d).

Bu durum tavuk gübresi de fosfor yönünden zengin bir gübre olduğundan hektara 50 kg P_2O_5 dozuyla beraber uygulandığında optimum verim sağlamasından olabilir. 50 kg dozuyla beraber optimum verim elde edildiğinden 100 kg uygulamasında bir etki yapmamış olabilir.

BGTB uygulaması Macar fiğinde tohumun 1000 tane ağırlığını önemli ($P<0,05$) derecede artırırken,

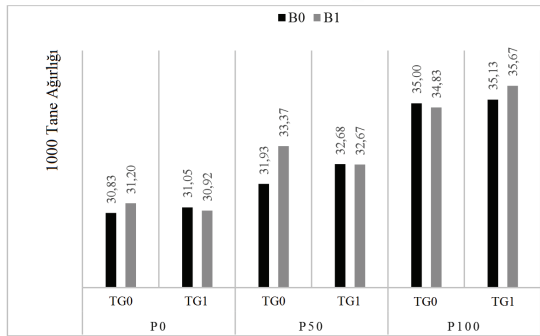


Şekil 3- a,b,c,d: bakteri, fosfor ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde baklarda tane sayısı üzerine etkileri; B x Y, B x P, B x TG, P x TG

Figure 3- a,b,c,d, effects of bacteria, phosphorus fertilizer, and chicken manure applications on seed number per pod in Hungarian vetch; B x Y, B x P, B x TG, P x TG

tavuk gübresinin etkisi önemsiz belirlenmiştir (Çizelge 2). Fosfor gübresi uygulaması dozların artışıyla birlikte 1000 tane ağırlığı da doğrusal olarak artmıştır ($P<0.01$). Yıllar arasında da önemli ($P<0.05$) farklılık belirlenmiştir. Nitekim yapılan çalışma da artan fosfor dozlarıyla 1000 tane ağırlığının arttığı tespit edilmiştir (Abid et al 2002).

BGTB uygulaması fosforun uygulanmadığı ve hektara 50 kg P_2O_5 uygulamasında tavuk gübresi uygulanmayan parsellerde 1000 tane ağırlığında artış sağlamışken, hektara 100 kg P_2O_5 uygulamasında az miktarda azalışa neden olmuştur. Tavuk gübresi uygulanan parsellerde ise BGTB uygulaması fosfor uygulanmayan ve hektara 50 kg P_2O_5 uygulamasında 1000 tane ağırlığında az miktarda azalışa neden olmuşken, hektara 100 kg P_2O_5 uygulamasında artışa neden olmuştur. Bu farklı tepki sonucu B x P x TG interaksyonu önemli çıkmıştır (Şekil 4).



Şekil 4- Bakteri, fosfor ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde 1000 tane ağırlığı üzerine kombine etkisi B x P x TG

Figure 4- Combine effects of bacteria, phosphorus fertilizer and chicken manure applications on 1000 grain weight in Hungarian vetch; B x P x TG

BGTB ve fosforlu gübre uygulamaları tohum verimini önemli ($P<0.01$) ölçüde artırmıştır. Artan fosfor dozları tohum verimini doğrusal olarak artırmıştır. Tavuk gübresinin tohum verimine belirgin bir etkisi olmamıştır. Denemenin ikinci yılında ilk yıla göre daha yüksek tohum verimi kaydedilmiştir (Çizelge 2). Nitekim yapılan çalışmada da BGTB

aşılmasının tohum verimini artırdığı belirlenmiştir (Freitas et al 1997).

İlk yıl tavuk gübresi uygulaması tohum veriminde kısmi bir artışa sebep olurken, ikinci yılda tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Bu durum Y x TG interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 5a).

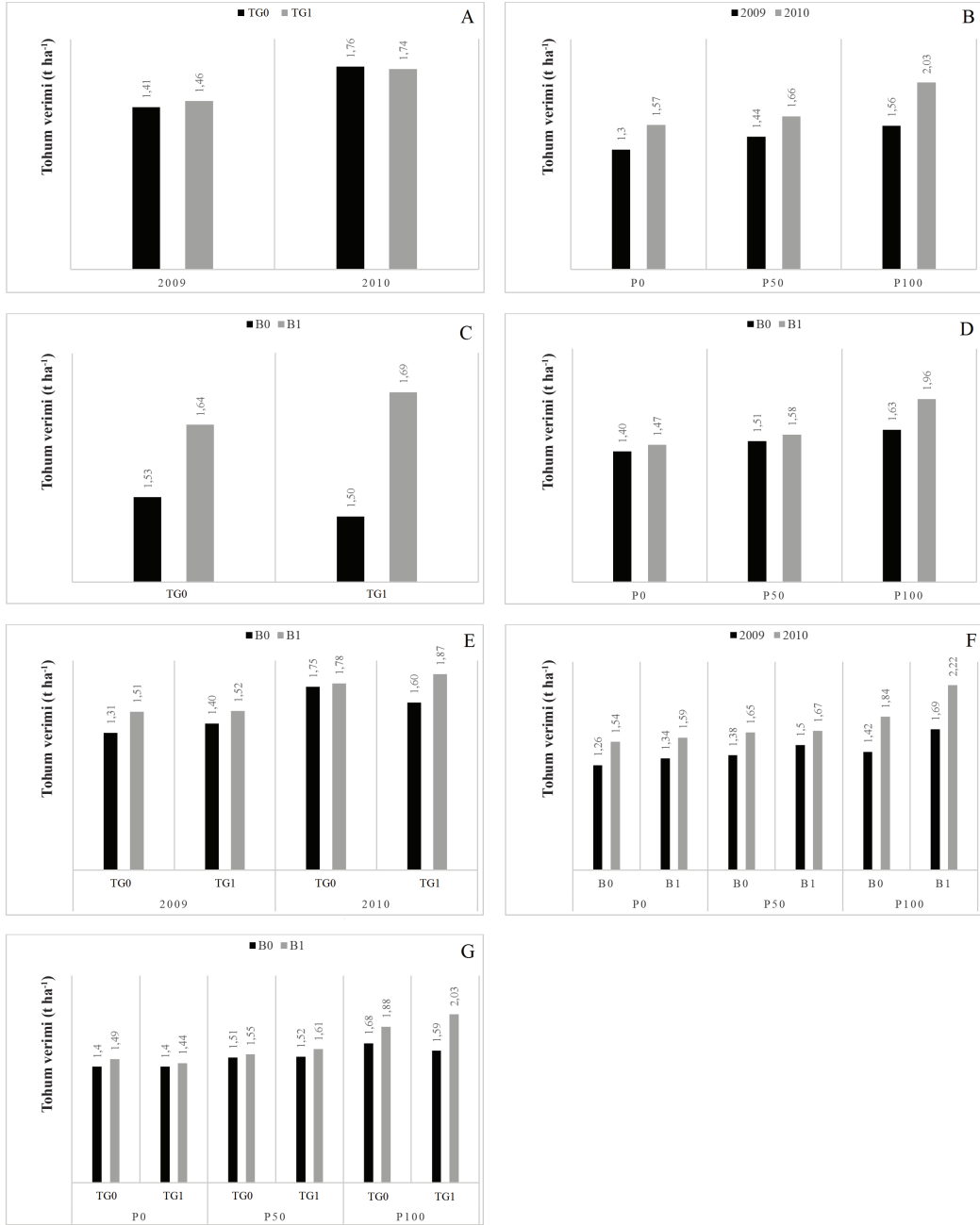
Her iki yılda da artan fosfor dozları tohum verimini artırmıştır. Ancak ikinci yılda fosfor dozunun 50 kg ha⁻¹'den 100 kg ha⁻¹'e çıkmasıyla ortaya çıkan artış çok daha yüksek olduğu için Y x P interaksyonu önemli olmuştur (Şekil 5b).

Artan fosforlu gübre uygulamalarıyla beraber BGTB uygulaması tohum veriminde önemli bir artış sağlamıştır. Bu birlikte etki 100 kg ha⁻¹ fosfor dozunda çok daha belirgin olmuştur. Bu durum B x P interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 5c). BGTB aşılması ve fosforlu gübrelemenin bitki gelişimi ve tohum verimini artırdığı birçok çalışmada belirlenmiştir (Verma 2000; Bhat et al 2013). BGTB uygulaması tavuk gübresiyle beraber verimi daha çok artırırken BGTB uygulanmayan parsellerde tavuk gübresi uygulaması verimi düşürmüştür. Bu farklı tepki sonucu B x TG interaksyonu önemli çıkmıştır (Şekil 5d).

Her iki yılda da BGTB uygulaması uygulanmayan parsellere göre artan fosfor dozlarıyla beraber tohum verimini artırmıştır. İkinci yıl bu artış daha belirgin olmuştur. Bu durum Y x B x P interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 5e).

İlk yıl tavuk gübresi uygulanmadan BGTB uygulaması verimi önemli derecede artırırken, ikinci yıl bu etki önemli olmamıştır. Her iki yılda da BGTB ve tavuk gübresinin beraber uygulamalarının verimi artırdığı, bu artışın ikinci yıl daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak Y x B x TG interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 5f).

Bu durum muhtemelen ikinci yıl daha sıcak geçtiğinden bakteri etkinliğinin artmasından dolayı olabilir. Nitekim BGTB etkinliğinin çevre koşulları ve toprak besin elementi içeriğine göre değiştiği bilinmektedir (Pal 1998; Çakmakçı et al 2006).



Şekil 5- a,b,c,d,e,f: bakteri, fosfor ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde tohum verimi üzerine etkileri; TG x Y, Y x P, B x TG, B x P, B x TG x Y, Y x B x P, B x TG x P

Figure 5- a,b,c,d,e,f: effects of bacteria, phosphorus fertilizer, and chicken manure applications on seed yield in Hungarian vetch; TG x Y, Y x P, B x TG, B x P, B x TG x Y, Y x B x P, B x TG x P

Fosforlu gübre uygulanmayan parsellerde tavuk gübresi ve BGTB tohum verimi üzerine belirgin bir etki yapmazken, hektara 50 kg fosfor uygulandığında tavuk gübresine ilaveten bakteri aşılmasının, hektara 100 kg fosfor uygulandığında ise tavuk gübresi olsun veya olmasın tohum veriminde belirgin bir artış ortaya çıkmıştır.

Değişen uygulamalara bağlı olarak ortaya çıkan farklı tepkiler B x P x TG interaksyonu önemli çıkmasına sebep olmuştur (Şekil 5g). Fosfor bitkide generatif gelişmeyi teşvik ettiğinden, fosforlu gübrelemeyle beraber tohum veriminin artması olası bir durumdur. Ayrıca fosforlu gübrelemeyle birlikte fosfor çözücü bakteri beraber kullanıldığında bitkiler tarafından fosfor alımı artacağı için yüksek fosfor alımına bağlı olarak tohum verimi artırmış olabilir (Srivastava & Ahalawat 1995). Nitekim kimyasal ve organik gübrelerle beraber bakteri aşılmasının beraber uygulanmasının tohum verimini artırdığı belirlenmiştir (Mishra et al 2010).

4. Sonuçlar

Sonuç olarak Macar fiğinde tohum verimi ve verim unsurlarına bakteri aşılması, tavuk gübresi ve fosforlu gübrelemenin etkilerinin ele alındığı bu çalışmada bakteri uygulamasının yıllara göre farklı tepki verdiği belirlenmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara ait BGTB x tavuk gübresi x fosfor interaksyonu dikkatli incelendiğinde bakteri ve tavuk gübresinin ayrı ayrı veya birlikte uygulanması fosforlu gübreyle alternatif olmadığını, hatta bunların fosforlu gübre ile birlikte uygulandığında en yüksek tohum verimini sağladığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre fosfor yününden fakir veya orta seviyedeki yüksek rakımlı alanlarda Macar fiğinde tohum üretimi için hektara 100 kg P₂O₅'e ilaveten 3 ton tavuk gübresi verilmesi ve fosfor çözücü bakteri aşılmasının en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Bu sonuçlar ele alınan tavuk gübresi dozunun bakteri aşılacak veya yalın uygulanarak yaygın fosforlu gübre uygulamasına alternatif olamayacağını, tavuk gübresinin değişen dozları veya diğer fosfor kaynakları ile birlikte fosfor çözücü bakteri çalışmalarına devam edilmesinin gerekliliğini göstermektedir. Yine denemelerde sık sık toprak

fosfor seviyesinde farklılıklar ortaya çıkmakta ve bu farklılıklara bağlı olarak fosfor çözücü bakterilerin etkinliği değişmektedir. Bu durum dikkate alınarak farklı fosfor kapsamına sahip topraklarda fosfor çözücü bakterilerin rolü de irdelenmesi gereken bir diğer konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Abid M, Ahmad F, Ahmad N & Ahmad I (2002). Effect of phosphorus on growth, yield and mineral composition of wheat in different textured saline sodic soils. *Asian Journal of Plant Science* **1**(4): 472
- Ano A O & Agwu J A (2005). Effect of animal manures on selected soil chemical properties (1). *Nigerian Journal of Soil Science* **15**: 14-19
- Bhat T A, Gupta M, Ganai M A, Ahanger R A & Bhat H A (2013). Yield, Soil Health and Nutrient Utilization of Field Pea (*Pisum sativum* L.) as Affected by Phosphorus and Bio-fertilizers under Subtropical Conditions of Jammu. *International Journal of Modern Plant & Animal Sciences* **1**(1): 1-8
- Connor D J, Loomis R S & Cassman K G (2011). *Crop Ecology Productivity and Management in Agricultural Systems* Second Edition, Cambridge, pp. 562
- Çakmakçı R, Kantar F & Algur Ö F (1999). Sugar beet and barley yields in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* inoculation. *Journal Plant Nutritient Soil Science* **162**: 437- 442
- Çakmakçı R, Dönmez F, Aydın A & Sahin F (2006). Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology & Biochemistry* **38**:1482-1487
- Çetin S H & Öztürk Ö (2012). Soyada Farklı Fosfor Dozlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* **5**(1): 157-161
- El-Assiouty F M M & Abo-Sedera S A (2005). Effect of Bio and Chemical Fertilizers on seed Production and Quality of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *International Journal of Agriculture & Biology* **6**: 947-952
- Ekiz H (1983). Türkiye'de yetiştirilen bazı burçak (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) çeşitlerinin önemli morfolojik biyolojik ve tarımsal karakterleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Erzurum

- Freitas J R, Banerjee M R & Germida J J (1997). Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biology and Fertility of Soils* **24**: 358-364
- Gee G W & Hortage K H (1986). Methods of soil analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods, In: A L Page, R H Miller & D R Keeney (Eds), Second Edition, *ASA SSSA Publisher*, Agronomy. No:9 Madison, Wisconsin, USA
- Javaid A & Mahmood N (2010). Growth, nodulation and yield response of soyabean to biofertilizers and organic manures. *Pakistan Journal of Botany* **42**: 863-871
- Kadioğlu S (2011). Fosforlu Gübre ve Bakteri Uygulamalarının Farklı Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Tarımsal ve Morfolojik Özelliklerine Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Erzurum
- Kumar K, Gupta S C, Baidoo S K, Chander Y & Rosen C J (1999). Antibiotic Uptake by Plants from Soil Fertilized with Animal Manure. *Journal of Environmental Quality* **34**(6) : 2082-2085
- Lanyasanya T P, Rong W H, Mukisira E A, Abdulrazak S A & Ayako W O (2006). Influence of manure and inorganic fertiliser on yield and quality of *Vicia villosa* intercropped with *Sorghum almum* in Ol-Joro-Orok, Kenya. *Livestock Research for Rural Development* **18**(10)
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press: London, pp. 889
- Maqsood M, Hassan M U, Iftikhar M & Mehmood M T (2001). Effect of different levels of phosphorus on agronomic traits of two mash bean genotypes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* **38**: 81-3
- Mirshakari B, Hokmalipour S, Sharifi R S, Farahvash F & Gadim A E K (2012). Effect of seed biopriming with plant growth promoting rhizobacteria (BGTB) on yield and dry matter accumulation of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) at various levels of nitrogen and phosphorus fertilizers. *Journal of Food, Agriculture & Environment* **10**(3-4): 314-320
- Mishra A, Prasad K & Rai G (2010). Effect of bio-fertilizer inoculations on growth and yield of dwarf field pea (*Pisum sativum* L.) in conjunction with different doses of chemical fertilizers. *Agronomy Journal* **9**: 163-168
- Nelson R E (1982). Carbonate and Gypsum. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties, In: A L Page, R H Miller & D R Keeney (Eds.), 2nd Edition, ASA SSSA Publisher, Agronomy. No: 9 Madison, Wisconsin, USA, pp. 191-197
- Nelson D W & Sommers L E (1982). Organic Matter Methods of soil analysis. Part II., Chemical and microbiological properties, In: A L Page, R H Miller & D R Keeney (Eds.), 2nd Edition, ASA SSSA Publisher, Agronomy, No: 9 Madison, Wisconsin, USA, pp. 574-579
- Olsen S R & Sommers L E (1982). Phosphorus. Methods of soil analysis. Part II, Chemical and microbiological properties, In: A L Page, R H Miller & D R Keeney (Eds.), 2nd Edition, ASA SSSA Publisher, Agronomy, No: 9 Madison, Wisconsin, USA, pp. 403-427
- Rodriguez H & Fraga R (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances* **17**: 319-339
- Sahin F, Çakmakçı R & Kantar F (2004). Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil* **265**: 123-129
- SAS Intstitute Inc. (2002). SAS/STAT software, version 9. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA
- Sümerli M, Gül İ & Yılmaz Y (2002). Diyarbakır ekolojik şartlarında Yem bezelyesi hatlarının verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Gelişme Raporları (Yayınlanmamış). Diyarbakır
- Şehirli S (1997). Tohumluk ve Teknolojisi. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Matbaası, İstanbul
- Tahtacıoğlu L, Avcı M, Mermer A, Şeker H & Aygün C (1996). Bazı Kışlık Fiğ Çeşitlerinin Erzurum Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu. *Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, s.661-667
- Tan M & Serin Y (2013). Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları:190, Ders Kitabı: 177, Erzurum
- Taş N (1996). Erzurum Ekolojik Şartlarında Fosforlu Gübrelemenin Bazı Fiğ Türlerinin Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Erzurum
- Pal S S (1998). Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. *Plant Soil* **198**: 169-177

- Srivastava T K & Ahalawat I P S (1995). Response of pea (*Pisum sativum*) to phosphorus, molybdenum and bio-fertilizers. *Indian Journal of Agronomy* **40**(4): 630-635
- Subrahmaniyan K, Arulmozhi N & Kalaiselvan P (1999). Effect of irrigation layout, irrigation and fertilizer levels on the yield of rainfed groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Crop Research* **18**: 19-21
- Uzunmehmetoğlu B & Kendir H (2006). Yazlık ve Kışlık Ekimin Koca Fiğ (*Vicia narbonensis* L.) Hatlarında Tane Verimine Etkileri (Türkçe). *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* **12**(3): 294-300
- Verma O P, Sangeeta P, Rathi M S & Paul S (2000). Synergistic effect of co-inoculation of *Azotobacter chroococcum* and *Rhizobium* on pea (*Pisum sativum*). *Annals of Agricultural Research* **21**: 418-20
- Yıldırım O (1996). Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1438, Ders Kitabı: 420, Ankara
- Yıldız N & Bircan H (1991). Araştırma ve Deneme Metotları Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 266, Yayın No: 305, Erzurum
- Yıldız N (2008). Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Beslenme Bozukluğu Belirtileri. Eser Ofset Matbaacılık, 304, Erzurum
- Yolcu H, Güneş A, Güllap M K & Çakmakçı R (2012). Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria On Some Morphologic Characteristics, Yield And Quality Contents Of Hungarian Vetch. *Turkish Journal of Field Crops* **17**(2): 208-214
- Whitehead D C (2000). Nutrient elements in grassland. Soil-plant-animal relationships. Wallingford, UK: CABI Publishing