



## Yeşil gübrelemede kullanılan bakla (*Vicia faba* L.) bitkisinin brokoli verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi

Murat YILMAZ Sezer ŞAHİN\*

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye  
\*: e-mail: sezer.sahin@gop.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 26.01.2014

Online Baskı tarihi (Printed Online): 29.02.2014

Kabul tarihi (Accepted): 26.02.2014

Yazılı baskı tarihi (Printed): 21.03.2014

**Özet:** Bu çalışma bakla bitkisinin yeşil gübre olarak kullanılmasının bir sonra yetiştirilen ürün üzerine etkilerini belirlemek için yürütülmüştür. Denemede ilk olarak aşılamanın etkisini görebilmek için bakla bitkisine *Rhizobium lupini* bakteri cinsi aşılanmıştır. Denemenin ikinci kısmında bakla bitkisi gelişimden sonra yeşil gübre olarak toprağa karıştırılmış-gömülmüş ve inkubasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra Marathon F1 hibrit brokoli çeşidi dikimi gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Çalışmada toprak özellikleri dikkate alınarak optimal gübreler fertigasyon tekniği ile uygulanmıştır. Deneme sonuçlarına göre, bakla bitkisinin biyomas ağırlığı, bitki boyu ve nodül sayıları bakteri aşılama ile % 1 önem düzeyinde istatistiksel olarak bir artış sağlamıştır. Yeşil gübre uygulaması kontrole göre bitki taç ağırlığı, toplam verimi taç çapı, bitki boyu ve ana yaprak sayılarında önemli düzeyde artışlara neden olmuştur. Ayrıca yeşil gübre uygulamalarından sonra alınan toprakların azot ve organik madde düzeyleri artarken toprakların pH seviyelerinde genel bir düşüş yaşanmıştır. Araştırma sonuçları bakla bitkisine bakteri uygulamasının baklanın genel özellikleri üzerine pozitif bir etki gerçekleştirdiğini ortaya koyarken yeşil gübreleme olarak kullanıldığında bir sonraki ürünün verim ve diğer özelliklerini artırdığını göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bakla, bakteri aşılama, yeşil gübreleme, brokoli yetiştiriciliği

### Assesment of effect of faba bean (*Vicia faba* L.) using as green manure on yield of broccoli

**Abstract:** The aim of this study was to determine the effects of using faba bean plant as green manure upon the subsequently grown plant. First in the experimentation, *Rhizobium lupini* bacterium was inoculated to faba bean plant in order to see the effect of inoculation. In the second stage of the experiment, bean plant was buried in the soil as green manure after its development and planting of Marathon F1 hybrid broccoli cultivar was performed after incubation. The experiment was planned with four replications according to the randomized block experimental design. Optimal fertilizers were administered with fertigation technique considering the soil characteristics. A statistical increase at 1% significant level was obtained at plant weight, plant length and number of nodules which were the analyzed characteristics of faba bean plant with bacterium inoculation. In the study, green manure application caused significant increases at curd weight, total yield, curd diameter, plant length and number of main leaves of the broccoli plant according to the green manure administration control conditions. Moreover, whereas the nitrogen and organic matter content levels of the soils taken after green manure administration increased, a decrease at pH levels of the soils was experienced. The research results showed that applications bacterium into the faba bean caused a positive effect upon the general characteristics of the faba bean and it also increased yield and other characteristics of the subsequent plant when it was used as green manure.

**Key Words:** Faba bean, bacterium inoculation, green fertilizing, broccoli cultivation

#### 1. Giriş

Baklagiller ile ekim rotasyonunun yapılması kendisinden sonra yetiştirilen bitkinin veriminin artması sağlamaktadır. Bu durum, rotasyona alınan farklı bitkilerin besin maddesi ihtiyaçları,

köklenme derinlikleri, kalıntı bırakma özellikleri arasındaki farklılıklar ve mikrobiyal aktivite ile oluşturdukları farklı ortaklıklar ve ilişkilerden

ileri gelmektedir (Drinkwater ve ark., 1998). Özellikle baklagillerde dahil olmak üzere yem bitkileri toprağa fazla miktarda organik madde bıraktıkları gibi artıklarında azot oranının fazla olması nedeniyle toprağın azot bilançosuna da olumlu katkı sağlamaktadırlar (Shiple ve ark., 1992; Ülger ve ark., 1999). Baklagiller kök bölgesinde bulunan *rhizobium* bakterileri ile olan interaksyonları sayesinde havanın elementel azotunu ( $N_2$ ) bağlama ve kullanabilme yeteneğine sahiptir.

Baklagillerin ekimi sonucu sadece toprakta azot kazancı gerçekleşmez aynı zamanda fosfor bilançosu da olumlu yönde gelişme gösterir. Ülkemiz topraklarında fazla kireç, yüksek kil oranı, yetersiz nem düzeyleri, yetersiz profil gelişimi gibi olumsuz toprak koşullarından kaynaklanan diğer etkenler nedeniyle toprakta yeterli düzeydeki fosfor miktarına rağmen bitki bundan yeterince yararlanamamaktadır (Aydeniz ve Brohi, 1987; Kacar ve Katkat, 1999). Nuruzzaman ve ark. (2005) baklagillerin ekimi bir sonraki ürün için topraktaki P yarıyışlılığı artırmaktadır. Horst ve ark. (2001), tahıllara kıyasla P etkinliği yüksek olan baklagillerin ekiminin bir sonraki ürün için olumlu rotasyonel etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Tahıl-tahıl ekimine kıyasla baklagillerden sonra tahıl ekiminde önemli bir verim artışı yaşanmaktadır (Evans ve ark., 1991). Aynı şekilde Adderley ve ark. (2006), baklagillerden sonra ekilen tahıllarda verim artışının yaklaşık olarak % 54 olduğunu bildirmişlerdir. Baklagillere bakteri aşılması çalışmaları ile bitkin verim ve verim öğelerinde artışlar yaşanmıştır (Meral ve ark., 1998; Clayton ve ark., 2004; Söğüt, 2005). Ürün rotasyonunda baklagillerin girmesi ile yapılan çalışmalarda baklagil uygulamaları ile bir sonraki ürün üzerine olumlu etkilerde bulunmuştur (Özyazıcı ve Manga, 2000; Caporali ve ark., 2004; Adderley ve ark., 2006; Bidlack ve ark., 2007).

Brokoli ürün rotasyonunda önemli türlerden biridir. Ayrıca karnabahar ile birlikte birçok ürünle rotasyona girmektedir (Akkal-Corfini, 2010). Birçok ürünle birlikte rotasyona girdiğinde hastalıkları baskılama özelliği öne çıkmaktadır (Subbarao ve Hubbard, 1999; Hao ve ark., 2003).

Baklagil-serin iklim sebzeleri-tahıl rotasyonu farklı bölge şartları için denenebilecek üretim sistemleri arasındadır.

Bu çalışmanın amacı baklagil bitkisinin yeşil gübre olarak kullanılmasının bir sonra dikilecek brokoli bitkisinin üzerine etkilerini belirlemektir. Buna ilave olarak bakla ekiminde tohumla bakteri aşılama ile aşılama yapılmadan bakla bitkisinin gelişimleri karşılaştırılacaktır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma 2011 yılında Aksaray ilinde yer alan ve son 2 yıldır üzerinde tarımsal üretim yapılmayan tarım arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 890 m yüksekliğinde, 38° 23' Kuzey enlemi ile 33° 59' Doğu boylamı arasında yer almaktadır. Denemede yeşil gübre olarak Verde bakla (*Vicia faba L.*) çeşidi ve baklanın toprağa karıştırılmasından sonra ise Marathon F1 hibrit brokoli çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. *Rhizobium lupini* bakla bitkisinde nodül oluşturup biyolojik azot fiksasyonu yapan *Rhizobium türüdür*. Denemede kullanılan *Rhizobium lupini* cinsi bakteriler Ankara Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiştir. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Bakla ekiminde 4 kg saf azot, 6,5 kg  $P_2O_5$  yarısı taban gübresi diğer yarısı ise damla sulama ile birlikte bitki çıkışlarını takiben bitkiler 10 cm ulaştığında verilmiştir. Brokoli yetiştiriciliği kısmında ise 15 kg/da N 15 kg/da  $P_2O_5$  ve 20 kg/da  $K_2O$  uygulanmıştır. Çalışma iki kısımdan oluşmaktadır. I. Kısımda yeşil gübrelemede kullanılan bakla bitkisine bakteri aşılamanın bitki gelişimi ve toprakta besin döngüsü üzerine etkileri belirlenmiştir. II. kısımda ise baklanın yeşil gübreleme olarak toprağa verilmesinin bir sonraki ürünün gelişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine planına göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede bakteri aşılması işlemleri Karuç, 1992; Kaya ve ark., 2002'nin bildirdiği şekilde yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Deneme arazine ait toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri**Table 1.** Some physical and chemical characteristics of the soil in the experimental field

Toprak Özellikleri	Sonuçlar	Toprak Özellikleri	Sonuçlar
Tarla kapasitesi (%)	20,15	Toplam N (%)	0,06
Solma noktası (%)	12,15	Yarayışlı P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	4,45
pH (1:2.5)	8,55	Yarayışlı K <sub>2</sub> O (kg/da)	82,15
Kireç (%)	11,8	Demir (ppm)	3,40
Organik madde (%)	1,04	Bakır (ppm)	1,50
EC mmhos/cm	0,75	Mangan (ppm)	3,4
KDK me/100g	7,74	Çinko (ppm)	0,85
Kil %	33,00		
Silt %	32,50	Tekstür sınıfı	Killi-Tın
Kum %	36,50		

Çalışmanın I. Kısımında bakla ekimi 40 x 10 cm sıra arası ve sıra üzeri alınarak 50 m<sup>2</sup>'lik parsellerde ekim gerçekleşmiştir. Parseller Denemenin II. Kısımında yeşil gübreleme yapılmış arazi üzerine brokoli bitkisinin dikimi yapılmıştır. Brokoli fideleri uygulama alanına 60 cm sıra arası x 40 cm sıra üzeri olarak parsellere dikimi gerçekleşmiştir. Brokoli hasadından sonra yeşil aksam toprak altına sürülmesi ve 20 gün sonra toprak örnekleri alınmış ve topraklardaki besin elementi miktarlarına bakılarak toprak özelliklerindeki değişimler gözlenmiştir. Çalışmada bakla bitkisinde yaş ağırlık, bitki boyu ve nodül sayılarına bakılmıştır. Baklanın yeşil gübre olarak toprağa gömülmesinden sonra topraklarda fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Brokoli bitkisinde taç ağırlık, taç çapı, boyu, verim ve ana yaprak sayılarına bakılmıştır. Bitki örnekleri 65°C kurutulup öğütülme işlemi yapılmıştır. Yapraklarda azot analizi Kjeldahl destilasyon metodu (Bremner, 1965) ve kuru yakma yöntemine göre (Kacar and İnal, 2008) yakılan bitki örneklerin fosfor ve potasyum kapsamı ICP-OES (Perkin-Elmer) cihazında ölçümü gerçekleştirilmiştir. Denemeden elde edilen veriler MSTAT-C istatistik programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar arası farklılıklara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Bakla Bitkisinin Yaş Ağırlığı, Bitki Boyu ve Nodül Sayıları

Bakla bitkisinin yaş ağırlık, bitki boyu ve nodül sayılarındaki değişimlere bakteri

aşılmasının etkisi istatistiksel olarak % 1 önem düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Bakla bitkisinin yaş ağırlığı, bakteri aşılması ile önemli değişimler göstermiştir. Baklanın yaş ağırlıkları 71,4 g/bitki ile 70 g/bitki arasında değişim göstermiştir. Bakla bitkisinin boy ölçümünde bakteri aşılama yapılmayan bakla bitkisinin boyu 61,4 cm olarak ölçülmüştür. Bakla bitkisine bakteri aşılması ile bitkinin yaş ağırlığında % 2'lik bir artış yaşanmıştır. Örneklenen bitkilerin boylarında % 3,3 lük bir artış gerçekleşmiştir. Baklagil çalışmalarında bakteri aşılamanın özellikle köklerdeki nodül sayılarının artırması beklenmektedir. Çalışmada bakla tohumuna bakteri aşılama ile bitkinin köklerindeki nodül sayılarında % 60'a varan artışlar gözlenmiştir. Bu durum bize aşılamanın deneme şartlarında başarılı olduğunu göstermektedir.

#### 3.2. Yeşil Gübre Bitkisi Olarak Toprağa Uygulanan Bakla Bitkisinin Toprak Özelliklerine Etkileri

Bakla bitkisine bakteri aşılama bu bitkilerin yeşil gübre olarak toprağa karıştırıldıktan sonra 0-15 cm ve 15-30 cm derinlikten alınan toprak özellikleri üzerine yaptığı etkileri ve ortalamalara ait Duncan gruplandırılmaları Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir. Bakla bitkisinin yeşil gübre olarak kullanılması ile birlikte 0-15 cm ve 15-30 cm'den örneklenen toprakların N konsantrasyonu kontrole (bakla bitkisi ekilmeyen parseller) göre istatistiksel olarak önemli düzeylerde bir artış gerçekleşmiştir (p<0.01).



**Çizelge 2.** Bakteri aşılamanın bakla bitkisinde incelenen özellikler üzerine etkileri**Table 2.** The effects of bacteria inoculation upon the analyzed features of faba bean plant

	Yaş Ağırlık (gr/ 10 bitki)	Bitki Boyu (cm)	Nodül Sayıları (adet)
Bakla (Aşılı)	714 a	61,4 a	24 a
Bakla (Aşısız)	700 b	59,4 b	15 b
Ortalama	712	60,4	20
F değeri	0,933**	15,48**	1,797**

\*\* F değerleri  $P<0,01$  olasılıkla önemlidir\* F değerleri  $P<0,05$  olasılıkla önemlidir; Önemli Değil: Ö.D.**Çizelge 3.** Bakla bitkisi ile yapılan yeşil gübrelemenin bazı toprak özelliklerine etkileri (0-15 cm)**Table 3.** The effects of faba beans plant on the some soil characteristics in the soil after mixing into soil (0-15 cm)

	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	pH	O. M. (%)
Kontrol	0,060 c	4,45	82,15	8,55 a	1,04 b
Bakla Aşılı)	0,071 a	4,56	78,13	8,43 b	1,45 a
Bakla (Aşısız)	0,066 b	4,42	73,65	8,38 c	1,51 a
Ortalamalar	0,065	4,47	77,97	8,45	1,33
F değerleri	11.678**	2.564 Ö.D.	16.438 Ö.D.	0.345**	1.234**

\*\* F değerleri  $P<0,01$  olasılıkla önemlidir\* F değerleri  $P<0,05$  olasılıkla önemlidir; Önemli Değil: Ö.D.**Çizelge 4.** Bakla bitkisi ile yapılan yeşil gübrelemenin bazı toprak özelliklerine etkileri (15-30 cm)**Table 4.** The effects of faba beans plant on the some soil characteristics in the soil after mixing into soil (15-30 cm)

	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	pH	O. M. (%)
Kontrol	0,052 b	3,92	63,18	8,33 a	1,01 b
Bakla (Aşılı)	0,069 a	4,14	67,98	8,26 b	1,56 a
Bakla (Aşısız)	0,068 a	4,43	71,45	8,28 b	1,62 a
Ortalamalar	0,063	4,16	67,53	8,29	1,39
F değerleri	10,345**	2,234 Ö.D.	16,567 Ö.D.	0,365**	1,205**

\*\* F değerleri  $P<0,01$  olasılıkla önemlidir\* F değerleri  $P<0,05$  olasılıkla önemlidir; Önemli Değil: Ö.D.

Azot miktarındaki bu artışın gerçekleşmesini baklanın toprağa azot bağlaması ve yeşil aksamın toprak altında ayrışmasıyla açıklamak mümkündür. Baklanın yeşil gübre olarak toprağa gömülmesi ve 30 günlük inkubasyondan sonra parsellerden alınan toprak örneklerinde (0-15 cm ve 15-30 cm) yarıyıllık fosfor konsantrasyonu istatistiksel olarak önemli değişimler gözlenmemiştir. Aynı şekilde yarıyıllık potasyum konsantrasyonu da yeşil gübre uygulamaları ile önemli artışlar yaşanmıştır.

Yeşil gübreleme toprak pH üzerine % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Baklanın toprağa gömülmesiyle toprak pH'sında düşüşler tespit edilmiştir. Bu durumu bitki artıklarının toprağa

gömülmesi ile ayrışma sürecinin başlamasına, mikroorganizma faaliyetine ve baklanın ilk gelişimini sağlaması için toprağa uygulanan amonyum sülfatlı gübreye bağlayabiliriz. İncelenen özelliklerden toprak organik maddesi de uygulamalar neticesinde önemli değişimler göstermiştir ( $p<0,01$ ). Yeşil gübre uygulaması yapılan parsellerde kontrole göre toprak organik madde seviyesinde önemli artışlar yaşanmıştır.

**3.3. Yeşil Gübrelemenin Brokoli Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri**

Brokoli bitkisinde incelenen özellikler taç ağırlıkları, verim, taç çapı, bitki boyu ve ana yaprak sayısı baklanın daha önce yeşil gübre olarak toprak gömülmesiyle kontrol şartlarına

göre istatistiksel olarak % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 5). Yeşil gübreleme sonrası yetiştirilen brokolide incelenen özellikler kontrol şartlarına göre artışlar yaşanmıştır. Kontrol şartlarında bitkinin taç ağırlığı 175 gr/bitki olurken bakla aşılı da bu rakam 255 gr/bitki ve bakla aşısız da ise 205 gr/bitki olarak ölçülmüştür. Bu rakamlar bitkinin verimine yansımış olup bakteri uygulaması yapılmış ve toprağa gömülmüş bakla parsellerdeki brokoli verimindeki artış kontrole göre % 42 olurken bakteri uygulaması yapılmadan yetiştirilmiş ve toprağa gömülmüş bakla parsellerindeki brokoli veriminde kontrole göre % 17'lik bir artış gerçekleşmiştir.

Vejetatif aksamı bakımından oldukça zengin bir yapıya sahip olan brokoli bitkisi toprakta bulunan besin elementleri ile gelişimini artıran bir bitkisel yapıya sahiptir. Özellikle azot bitkinin gelişiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. Brokoli bitkisinin gelişimi için bitkilere uygulanan besin elementlerinin aynı olması fakat uygulamalar neticesindeki özelliklerin farklı sonuçlar vermesi yeşil gübreleme sonrası ayrışma faaliyetinin başlamasını, mikroorganizma faaliyeti sonucunda kimyasal gübrelerin dönüşüm süreçlerinin hızlandığını, bitki tarafından daha fazla azotun alındığı ve bunun bitkiler tarafından kullanıldığı sonucunu ortaya koymaktadır.

### 3.4. Brokoli Bitkisi Yaprakları ve Meyvelerinin NPK Konsantrasyonları

Yeşil gübrelemeden sonra yetiştirilen brokoli bitkisinin yaprak ve meyvesinin NPK konsantrasyonları ve yapılan Duncan gruplandırması Çizelge 6'da verilmiştir. Brokoli bitkisinin yaprak örneklerinden elde edilen NPK konsantrasyonları Jones ve ark. (1991), belirttiği yeterlilik sınır değerleri içerisinde ve yetiştiricilik açısından bir sorun göstermemektedir. Bakla bitkisine bakteri aşılması yapılan ve yapılmadan toprağa gömülen ve o parsellerde yetiştirilen brokoli bitkisinin yaprak N konsantrasyonu kontrole göre belirgin bir artış sağlamıştır ( $p<0.01$ ). Brokoli gibi yeşil aksamı fazla olan bitkiler toprakta azottan daha fazla yararlanmak suretiyle gelişimlerini devam ettirirler. Brokoli bitkisinin gelişimi ile taç gelişimi arasında doğrusal bir orantı vardır. Bu durum çalışmamızdaki brokolinin meyve verimi ile gösterilmiştir. Meyve konsantrasyonundaki N miktarında uygulamalar bakımından bir değişiklik göstermemiştir. Hem bitki yapraklarında hem de meyvedeki P ve K konsantrasyonları uygulamalar ile önemli bir değişiklik göstermemiştir.

**Çizelge 5.** Yeşil gübrelemeden sonra yetiştirilen brokoli bitkisinde incelenen özellikleri üzerine etkisi  
*Table 5. The effect of green manure on the analyzed characteristics of broccoli plant grown subsequently*

	Taç Ağırlığı (gr/ 10 bitki)	Verim (kg/da)	Taç çapı (cm)	Bitki Boyu (cm)	Ana Yaprak Sayısı (adet)
Kontrol	1753 c	700 c	9,01 b	24,65 c	9 b
Bakla (Aşılı)	2550 a	1040 a	10,7 a	31,47 a	12 a
Bakla (Aşısız)	2050 b	820 b	10,1 a	28,4 b	12 a
Ortalamalar	2117	853	9,93	28,1	11
F değerleri	0,678**	0,943**	1,785**	9,345**	1,729**

\*\* F değerleri  $P<0,01$  olasılıkla önemlidir

\* F değerleri  $P<0,05$  olasılıkla önemlidir; Önemli Değil: Ö.D.

### 3.5. Brokoli Bitkisinin Hasadından Sonra Toprak Özelliklerindeki Değişimler

Brokoli hasadından sonra toprak özelliklerindeki değişimler ve yapılan Duncan gruplandırması Çizelge 7’de verilmiştir. Toprak örnekleri brokoli hasadından sonra tekrar toprakların sürülmesinden sonra örneklenmiş olup bu özellikler içerisinde toprak organik madde miktarının çalışmanın ilk toprak örnekleme göre önemli düzeyde artması bu özelliğin korunması ve sürdürülmesi açısından son derece önemlidir. Brokoli yaprakları ve köklerinin toprak altında kalması ve ayrışma sürecinin de devam etmesi bu değerlerin yüksek çıkmasına yardımcı olmuştur. Toprak organik maddesinin yükselmesi

bu alana bir sonra ekilecek kışlık buğday için son derece önemli bir azot kaynağıdır.

Brokoli hasadından sonra bakla bitkisine bakteri aşılama yapılan parselin toprakların azot konsantrasyonu % 0,11, aşılama yapılmayan parselin azot içeri % 0,09 olarak ölçülürken kontrol şartlarında ise % 0,08 olarak tespit edilmiştir. Uygulamalar toprak pH’sına istatistiksel olarak % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur. Topraklara bitkisel artıkların gömülmesi, ayrışmaya bırakılması ve üretim yapılması dolayısıyla canlılığın devam ettirilmesi toprak pH’sının düşürülmesinde etkili olmaktadır.

zxzx

**Çizelge 6.** Brokoli bitkisinin yaprakları ve meyvelerinin NPK konsantrasyonu

**Table 6.** NPK concentrations in leaves and fruits of broccoli

	Bitki yapraklarının NPK konsantrasyonları			Meyve NPK konsantrasyonları		
	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)
Kontrol	3,54 c	0,65	2,89	2,23	0,40	2,01
Bakla (Aşılı)	4,75 a	0,67	2,94	2,31	0,45	2,04
Bakla (Aşısız)	4,05 b	0,71	2,91	2,28	0,45	2,12
Ortalamalar	4,11	0,67	2,91	2,27	0,43	2,05
F değerleri	2,685**	11,45 Ö.D.	13,82 Ö.D.	11,45 Ö.D.	11,345 Ö.D.	12,24 Ö.D.

\*\* F değerleri  $P < 0,01$  olasılıkla önemlidir

\* F değerleri  $P < 0,05$  olasılıkla önemlidir; Önemli Değil: Ö.D.

**Çizelge 7.** Brokoli hasadından sonra örneklenen topraklarda bazı analiz sonuçları (0-20 cm)

**Table 7.** The some analysis results in soils sampled after the broccoli harvest (0-20 cm)

	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	pH	O. M. (%)	Kireç (%)
Kontrol	0,08 b	3,24	82,8	8,51 a	2,05 b	11,43
Bakla (Aşılı)	0,11 a	3,75	84,8	8,43 b	2,34 a	11,35
Bakla (Aşısız)	0,09 b	3,78	82,9	8,41 b	2,30 a	11,25
Ortalamalar	0,09	3,59	83,5	8,45	2,23	11,34
F değerleri	9,567**	2,567 Ö.D.	45,02 Ö.D.	1,734**	1,25**	11,78 Ö.D.

\*\* F değerleri  $P < 0,01$  olasılıkla önemlidir

\* F değerleri  $P < 0,05$  olasılıkla önemlidir; Önemli Değil: Ö.D.

### 4. Sonuç

Çalışmada bakla tohumuna *Rhizobium lupini* bakterisi aşılması ile baklanın toprağa karıştırılma zamanına kadar olan süreçte incelenen özelliklerden baklanın yaş ağırlığı, bitki boyu ve nodül sayılarında istatistiksel anlamda

önemli artışlar gerçekleşmiştir ( $p < 0,01$ ). Çakır ve Azkan (2007), uzun yıllar nohut ekilmemiş alanlarda bakteri popülasyonunu arttırmak amacıyla tohumların uygun bakteri suşları ile aşılmasını ve bitkinin azot ihtiyacını karşılamak amacıyla dekara 2,5 kg saf azot, buna ilave olarak

iyi bir kök gelişimi ve olgunlaşmanın sağlanması amacıyla dekara 6,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> uygulamasının yapılmasını önermişlerdir. Cassman ve ark. (1980), baklagil bitkilerinin kökünde nodül oluşumu üzerine fosforun etkisinin olumlu ve önemli olduğunu bildirmişlerdir (Kacar ve Katkat, 1998). Çalışmamızda bakla bitkisine ekim esnasında verilen az miktarda azotlu ve fosforlu gübre bitkinin gelişiminde faydalı olduğu görülmüştür. Bakterilerin bitkiye maksimum azot bağlama zamanına kadar bitkinin ihtiyaç gösterdiği azotun verilmesi köklenmeyi ve dolayısıyla bitkinin gelişiminde faydalı olacaktır.

Baklagil bitkilerine fosfor uygulaması gerekliliğini araştırmacılar şu şekilde açıklamışlardır. Baklagil bitkisinin fosfor ve kükürdün bulunmaması durumunda, toprakta bol miktarda alınabilir azot bulursa dahi protein sentezi gerçekleşmemektedir (Dhingra ve ark., 1988; Srinivasarao ve ark., 2001). Araştırmacılar ayrıca fosforun *Rhizobium* bakterisinin aktivitesini ve kök gelişimini geliştirerek nodül teşekkülünün erken, nodüllerin daha büyük ve fazla sayıda olmasına yardım ettiğini bildirmişlerdir. Baklagillerin nodüllerindeki fosfor içeriği ile biyolojik azot fiksasyonu arasında sıkı bir ilişki mevcuttur (Akçin, 1988). Buna ilave olarak fosfor molibden alımını arttırarak nodüllerde leghemoglobin miktarını arttırmaktadır ve bu durum ise azot fiksasyonu etkilemektedir.

Çalışmada bakla bitkisine aşılama yapılması ile bitkinin yaş ağırlıklarında % 2'lik, bitki boyunda % 3,3'lük ve nodül sayılarında ise % 60 varan artışlar gerçekleşmiştir. Bakteri aşılması ile yapılmış olan diğer çalışmalarda da bitkinin verim ve incelenen bazı özelliklerinde aşılama ile önemli artışlar gerçekleştiği bildirmişlerdir (Meral ve ark., 1998; Bremer ve ark., 1989; Çakır ve Azkan, 2007).

Bakla bitkisinin toprağa yeşil gübre olarak gömülmesi ve bir sonra dikilecek olan brokoli için hazır hale getirilmesinde topraktaki bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere bakılmıştır. Çalışma öncesine kıyasla yeşil gübreleme yapıldıktan sonra alınan toprak örneklerinin toprak N konsantrasyonlarında ve organik madde miktarlarında önemli artışlar tespit edilmiştir.

Yeşil gübrele uygulaması kontrole göre toprak organik madde miktarını % 50'lere varan oranlarda artırmıştır. Toprakta organik madde toprak özelliklerinden agregat derecesini ve su tutma kapasitesini arttırmaktadır. Kimyasal gübrelerin bitkiler tarafından daha fazla alınmasını sağlamaktadır. Toprak organik maddesi mikroorganizma faaliyetinin artmasını sağlamaktadır. Yeşil gübreleme uygulaması ile toprakların pH seviyelerini % 1 önem seviyesinde düşürmüştür. Deneme öncesi toprak pH'sı 8,55 iken bitki kök ve yapraklarının toprak içinde ayrışması, toprakta bulunan mikroorganizma faaliyetleri toprak pH'sının 8,38-8,43 seviyelerine düşmesini sağlamıştır. Bitki besin maddelerinin alımı ve yarıyışlılığı üzerine en uygun toprak pH'sının 7-7,5 olduğu düşünüldüğünde yüksek pH'ya sahip topraklarda yeşil gübre uygulamaları son derece önemli uygulamadır.

Brokoli gibi yeşil aksamı fazla olan bitkiler topraktan fazla miktarda azot kaldırırlar ve topraktaki sürekli bir azot varlığı özellikle bitkinin taç oluşturma safhasında bitkiye katkıda bulunmaktadır. Yeşil gübrelemede kullanılan bitki artıkları topraktaki ayrışma ve parçalanma işlemlerinin sürdüğü düşünülürse bir sonraki ürün için devam eden bir azot kaynağı olmaktadır.

Kontrol şartlarına göre yeşil gübreleme yapılan parsellerde yetiştirilen brokoli bitkisinin taç ağırlıkları, taç çapı, bitki boyu, ana yaprak sayısı ve toplam verimlerinde önemli düzeylerde artışlar gerçekleşmiştir. Kontrol şartlarına göre bu artışın sağlanma sebepleri arasında toprak N konsantrasyonunun ve organik madde miktarındaki artışlar, toprak pH'sındaki bir miktarlık düşüş ve mikroorganizma faaliyetlerinin artışı sayılabilir.

Bidlack ve ark. (2007), üç yıl baklagil-buğday rotasyonunun toprağın mineral N'ünü değiştirdiğini ve arttırdığını bildirmişlerdir. Bidlack ve ark. (2007), baklagilleri takiben ekilen buğdayın kuru madde miktarında, bitki N içeriğinin de azda olsa artış olduğunu bildirmişlerdir. Herridge ve ark. (1995); baklagillerden sonra ekilen tahıl ürünlerinin verimlerinin arttığını, Adderley ve ark. (2006), bu artışın ise baklagil kalıntılarından dolayı tahıllar için N kullanılabilirliğini arttırmasına bağlı olduğunu



bildirmişlerdir. Bu bağlamda çalışmamızda brokoli bitkisinin verimindeki ve yaprakların N içeriklerindeki artışı bu şekilde açıklamak mümkün olacaktır.

Sonuç olarak;

-Sulu tarıma geçilecek bu bölgede özellikle ürün münavebesinde bir sonraki bitkinin gelişimi için toprak özelliklerini olumlu bir şekilde artıran özellikle baklagillerle yapılan yeşil gübrelemeye önem verilmelidir.

-Bunu yaparken uygun bakteri çeşitleriyle aşılama yaparak toprağa azot bağlama miktarını arttırmak gereklidir.

-Sulu tarım yapılan alanlarda son yıllarda silajlık mısır tarımının ve ikinci ürün dikimi veya ekimi hızla geliştiği düşünülürse toprağın azot konsantrasyonu ve toprak organik madde miktarlarının yüksek olması son derece önemlidir. Toprak organik maddesinin ve azot miktarının artırılmasına yönelik düşünülecek bu uygulamaların geliştirilmesi ve pratiğe dönüştürülmesi gereklidir.

### Kaynaklar

- Adderley DR, Schoenau JJ, Holm RA, Qian P (2000). Nutrient availability and yield of wheat following field pea and lentil in Saskatchewan. *Canada Journal of Plant Nutrition*, (29), 25-34.
- Akçin A (1988). Yemelik Tane Baklagiller, Selçuk Üniversitesi Yayınları, No:43.
- Akkal-Corfini N, Morvan T, Menasseri-Aubry S, Bissuel-Bélaygue C, Poulain D, Orsini F and Leterme P (2010). Nitrogen mineralization, plant uptake and nitrate leaching following the incorporation of (15N)-labeled cauliflower crop residues (*Brassica oleracea*) into the soil: a 3-year lysimeter study. *Plant and Soil*, (328), 17-26.
- Aydeniz A ve Brohi AR (1987). Tarımımız düğümleri ve çözümleri, I. Tarımımızın durumu-sorunları nedenleri, C.Ü. Tokat Ziraat Fak. Yay: 1, Yardımcı Ders Kitabı:1, Tokat.
- Bidlack JE, MacKown CT and Rao SC, (2007). Dry matter and nitrogen content of chickpea and winter wheat grown in pots for three rotations. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1541-1553.
- Bremer E, Van Kessel C and Karamanos R (1989). Inoculant, phosphorus and nitrogen responses of lentil. *Can. J. Plant Sci.* 69, 691-701.
- Bremner JM (1965). Methods of soil analysis. Part II. Chemical and Microbiological properties. Ed. A.C.A. Black. Amer. Soc. of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No:9 Madison USA.
- Caporalı F, Campiglia E, Mancinelli R, Paolini R (2004). Maize Performances as Influenced by Winter Cover Crop Green Manuring. *J. Agron.*, 8,1, 37-45.
- Cassman KG, Whitney AS and Stockinger KR (1980). Root growth and dry matter distribution of soybean as affected by phosphorus stress, nodulation and nitrogen source. *Crop Sci.* 20: 239-244.
- Clayton GW, Rice WA, Lupwayi NZ, Johnston AM, Lafond GP, Grant CA and Walley F (2004). Inoculant formulation and fertilizer nitrogen effects on field pea: Crop yield and seed quality. *Canadian Journal of Plant Science*, 84, 89-96.
- Çakır S ve Azkan N (2007). Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitleri üzerine farklı bakteri suşları (*Rhizobium spp*) ile aşılamanın etkileri. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, sy. 574-577, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Dhingra KK, Sekhon HS, Sandhu PS and Bhandari SC (1988). Phosphorus-*Rhizobium* interaction studies on biological nitrogen fixation and yield of lentil. *Journal of Agricultural Sciences*. 110, 141-144.
- Drinkwater LE, Wagoner P and Sarrantonio M (1998). Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396,262-265.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O ve Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1021, 381 s, Ankara.
- Evans J, Fettel NA, Coventry DR, O'connor GE, Walscott DN, Mahoney J and Armstrong EL (1991). Wheat response after temperate legumes in South-eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42, 31-43.
- Hao J, Subbarao KV and Koike S (2003). Effects of broccoli rotation on lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* and on the population density of *Sclerotia* in soil. *Plant Disease*, 87(2): 159-166
- Horst WJ, Kamh M, Jibrin JM and Chude VO (2001). Agronomic measures for increasing P availability to crops. *Plant Soil*, 207, 211-223.
- Jones JR, Wolf B and Mills HA (1991). Plant analysis handbook. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kacar B ve Katkat AV (1998). Bitki Besleme. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı No: 127, VIPAŞ Yayınları: 3, Bursa.
- Kacar B and Inal A (2008). Plant Analysis. Nobel Publications.
- Karuç K (1992). İnokülasyonun fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve münavebe bitkisi buğday (*Triticum aestivum*) verimi üzerine etkileri ile inokülasyon bakterisinin toprakta canlı kalma süre ve oranının belirlenmesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No: 192, Rapor Yayın No: 110.
- Kaya MD, Çiftçi CY ve Kaya M (2002). Bakteri aşılması ve azot dozlarının bezelye (*Pisum sativum* L.)'de verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(4), 300-305.
- Meral N, Çiftçi CY ve Ünver S (1998). Bakteri aşılması ve değişik azot dozlarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve verim öğelerine etkileri. Tarla

- Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt:7, Sayı:1, 44-59, Ankara.
- Nuruzzaman M, Lambers H, Bolland MDA and Veneklaas EJ (2005). Phosphorus uptake by grain legumes and subsequently grown wheat at different levels of residual phosphorus fertiliser. Australian Journal of Agricultural Research, 56, 1041-1047
- Özyazıcı MA ve Manga İ (2000). Çarsamba ovası sulu koşullarında yeşil gübre olarak kullanılan bazı baklagil yembitkileri ile bitki artıklarının kendilerini izleyen mısır ve ayçiçeğinin verim ve kalitesine etkileri. Turk J Agric For. 24: 95–103.
- Shiple PR, Meisinger JJ and Decker AM (1992). Conserving Residual Corn Fertilizer Nitrogen with Winter Cover Crops. Agron J., 84: 869-876.
- Srinivasarao CH, Benzioni A, Waitzman R, Eshel A and Waisel Y (2001). Effect of phosphorus on root morphology, shoot growth and P uptake by faba bean (*Vicia faba L.*) grown in aeroponics. Proceedings of Annual Convention of Indian Society of Soil Science, New Delhi.
- Söğüt T (2005). Aşılama ve azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Der. 18(2), 213-218.
- Subbarao KV and Hubbard JC (1999). Evaluation of broccoli residue incorporation into field soil for verticillium wilt control in Cauliflower. Plant Disease, 83(2):124-129.
- Ülger AC, Anlarsal AE, Gök M, Çakır B, Yücel C, Onaç I ve Atıca O (1999). Değişik azot dozlarında yetiştirilen mısır bitkisinde tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere bazı yeşil gübre baklagil bitkilerinin etkisi. J. of Agriculture and Forestry, (1), 193-200.