

## Bakla Vejetasyonu Altında Nitrifikasyon İnhibitörü Uygulamasının Nodülasyon, Bitki Biyomas, Nodül, Kök ve Kök Üstünde Toplam Azot ve Toprakta $N_{min}$ Değerlerine Etkisi

Hesna PAMİRALAN Mustafa GÖK

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana, TÜRKİYE  
Sorumlu yazar: hpamiralan@cu.edu.tr

Geliş tarihi: 11/09/2018 Yayına kabul tarihi: 24/12/2018

**Özet:** Bu çalışma teşvik azotu ile inhibitör uygulamasının bakla bitkisinde nodül oluşumu, nodül, kök ve kök üstünde toplam azot konsantrasyonuna ve toprakta nitrifikasyona etkisini belirlemek amaçlı yürütülmüştür. Çalışmada bakla bitkisine ekimle birlikte 4 kg N/da olacak şekilde teşvik azotu (amonyum sülfat formunda) ve nitrifikasyon inhibitörü olarak 2 kg DCD/da olacak şekilde uygulanmıştır. Sonuçlar teşvik azotu ile inhibitör uygulamasının bitkinin kuru madde verimini arttırdığını (kök: %29, kök üstü aksam: %61), ancak nodülasyon ve nodül, kök ve kök üstü aksam toplam azot konsantrasyonları üzerinde belirgin bir fark meydana getirmediğini göstermiştir. Toprakta belirlenen  $NH_4^+$ -N konsantrasyonlarının genel olarak teşvik azotu ile inhibitör uygulamasında inhibitörsüz teşvik azotu uygulamasına kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiş,  $NO_3^-$ -N konsantrasyonları üzerinde uygulamalar arasında ise fark bulunamamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** inhibitör, teşvik azotu, nitrifikasyon, bakla

### Effect of Nitrification Inhibitor Application under Broad Bean (*Vicia faba* L.) Vegetation on Nodulation, Plant Biomass, Nodule, Root and Shoot Total Nitrogen Concentrations and $N_{min}$ Values in Soil

**Abstract:** This study was conducted to determine the effect of inhibitor application with inducing nitrogen on nodule formation, total nitrogen concentration on nodule, root and shoot and nitrification effect on soil under broad bean vegetation. 4 kg N  $da^{-1}$  applied as inducing nitrogen (in the form of ammonium sulphate) and 2 kg DCD  $da^{-1}$  as a nitrification inhibitor before sowing. According to the results application of inhibitor with inducing nitrogen significantly increased the dry matter yield of plant (root: 29%, shoot: 61%), however this application did not bring about a significant difference in nodulation and nodule, root and shoot on total nitrogen concentrations. In generally concentrations of  $NH_4^+$ -N were higher in inhibitor with inducing nitrogen application than inducing nitrogen without inhibitor application. There was no significant difference determined on  $NO_3^-$ -N concentrations between the applications in soil.

**Key words:** inhibitor, inducing nitrogen, nitrification, broad bean

### Giriş

Bitkisel üretimde en çok kullanılan ve buna rağmen eksikliği en fazla görülen bitki besin elementi azottur. Azot bitki kuru madde verimini, fotosentetik etkinliği ve bununla birlikte bitki gelişimini ve ürün verimini doğrudan etkiler (Tafteh ve Sepaskhah, 2012). Eksikliğinde bitkinin azot kullanım etkinliği azalması nedeniyle tüm vejetatif ve

generatif aksamalarında gelişim yavaşalar, dane verimi ve kalite düşer (Marschner, 2012; Shahrokhnia ve Sepaskhah, 2016).

Bitkilerin azot kaynakları toprak, atmosfer ve azotlu mineral gübrelerdir. Atmosferde %78 oranında bulunan azottan ( $N_2$ ) bitkiler doğrudan faydalanamadıkları gibi, ülkemiz topraklarının azot içeriği

bakımından yetersiz olduğu bilinmektedir. Baklagil bitkileri kökleri ile simbiyotik yaşayan Rhizobium bakterisi sayesinde havanın serbest azotunu fikse ederek yeşil gübre olarak toprağa karıştırıldıklarında toprağa 10-15 kg N da<sup>-1</sup> kazandırır (Gök ve Sağlamtimur, 1991).

Amonyum ya da üre formunda toprağa verilen mineral azot bazı biyokimyasal reaksiyonlar (nitrifikasyon) sonucu nitrata dönüşür. Nitrifikasyon, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> azotunun NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> azotuna dönüştüğü biyolojik bir süreçtir. Toprakta bulunan nitrat, bitkiler tarafından alınarak bitkide (özellikle sebzelerde) ve insan bünyesinde nitrit formuna indirgenerek kandaki hemoglobinin methemoglobine dönüşümüne yol açar. Azotlu gübrelerin dünyada fazlaca kullanılması toprak yüzeyinden sızan su ile birlikte yer altı sularının, toprakta bulunan denitrifikant bakteriler tarafından NO, N<sub>2</sub>O, gazlarına dönüştürülerek gaz formunda atmosfere karışması ile birlikte ise hava kirliliği gibi global sağlık ve çevre sorunlarına neden olmaktadır (Wang ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2018).

Tarımsal faaliyetlerde yoğun kullanılan azotlu gübrelerin yarattığı çevre kirliliğini azaltma, aynı zamanda azot kullanım etkinliğini artırma hedefli azotlu gübrelerle ekli nitrifikasyon inhibitörleri ya da yavaş salımlı gübre teknolojileri son yıllarda piyasalarda sıklıkla yer almaktadır (Whang ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2018).

Nitrifikasyon inhibitörleri NH<sub>4</sub><sup>+</sup> okside eden nitrifikant mikroorganizmaların aktivitelerini çeşitli şekillerde baskılayarak reaksiyonu yavaşlatan bileşenlerdir (Weiske ve ark., 2001; Gilsanz ve ark., 2016). Dicyandiamide (DCD) ve 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) yaygın kullanılan inhibitörlerdir. Ülkemizde de kullanımı artan bu gübrelerin etkinliğine yönelik yapılan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır.

Bu çalışma ile Çukurova koşullarında bakla bitkisi vejetasyonu altında nitrifikasyon inhibitörü uygulamasının tarla koşullarında nodülasyon, nodül, kök ve kök üstünde toplam azot ve topraktaki Nmin değerlerine etkisi araştırılmıştır.

## Materyal ve Metod

### Materyal

Araştırma Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Araştırma ve Uygulama İstasyonunda yürütülmüştür. Araştırma öncesinde 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneğinde toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Tablo 1). Buna göre toprak siltli kil bünyeye sahip (Bouyoucos, 1951) hafif alkalın (7.6) (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), kireçli (%17.8) (Çağlar, 1949), organik madde içeriği düşük (%1,1) (Schlichting ve Blume, 1966), yarayışlı fosfor (5.1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>) (Olsen, 1954) konsantrasyonu yetersiz, yarayışlı potasyum (69.0 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup>) (Kaçar, 1984) ve mikroelement konsantrasyonu (Fe: 6.6; Zn: 1.0; Mn: 10.1; Cu: 1.4 mg kg<sup>-1</sup>) ise yeterli düzeydedir (Lindsay ve Norvell, 1978). Aynı zamanda deneme alanı toprağı 5.2 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N da<sup>-1</sup> (Fabig ve ark., 1978) ve 5.4 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N da<sup>-1</sup> (Deutsche Einheitsverfahren, 1983) içermektedir.

Tablo 1. Deneme öncesi toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of soil before the experiment

pH (1/2,5 H <sub>2</sub> O)		7.6
EC (1/2,5 H <sub>2</sub> O)	mmhos cm <sup>-1</sup>	0.1
CaCO <sub>3</sub>	%	17.8
Organik Madde		1.1
Tekstür		SiC
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg da <sup>-1</sup>	5.1
K <sub>2</sub> O		69.0
Fe		6.6
Zn		1.0
Mn	mg kg <sup>-1</sup>	10.1
Cu		1.4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N		5.2
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N		5.4

Ekim yapılmadan önce araştırma öncesi analiz sonuçlarına göre yarayışlı fosfor miktarı 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>'a tamamlanacak şekilde TSP gübresi uygulanmıştır. Açılan tohum yataklarına teşvik N+inhibitör uygulamalı parseller için 4 kg N da<sup>-1</sup> olacak şekilde amonyum sülfat gübresi ile birlikte 2 kg DCD da<sup>-1</sup> inhibitör, sadece teşvik azotu uygulamalı parseller için 4 kg N da<sup>-1</sup> olacak

şekilde amonyum sülfat gübresi uygulanmış, hiçbir gübre ve inhibitör uygulamasının yapılmadığı kontrol parselleri de denemeye dahil edilmiştir.

Araştırmada bakla çeşidi olarak bölgede yaygın olarak ekimi yapılan Eresen-87 çeşidi kullanılmıştır. Sıra üzeri 10 cm, sıra arası 70 cm, her parselde beş sıra olacak şekilde, 11.2 m<sup>2</sup> büyüklüğünde parseller olmak üzere üç tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur.

Araştırma süresince toprağın N<sub>min</sub> değerlerini belirlemek amacı ile 0-30 cm derinlikten burğu kullanılarak 16.11.2017, 19.12.2017 ve 05.02.2018 tarihlerinde sıra üzerinden toprak örnekleme yapılmıştır.

Araştırma, bakla bitkisi çiçeklenmesinin %80'i tamamlandığında her parselden beş bitki alınarak hasat edilmiştir

### **Metot**

#### *Ölçüm ve Analizler*

##### *Toprakta N<sub>min</sub> Ananalizi*

Araziden alınan taze toprak örneklerinde Nitrat Na-salicilat (Fabig ve ark., 1978), Amonyum; Na-nitroprussid (Deutsche Einheitsverfahren, 1983) yöntemine göre analiz edilmiştir.

##### *Kök ve Kök Üstü Biyomas Ağırlığı*

Araziden hasat edilen bitki örneklerinde kök ve kök üstü aksam öncelikle musluk suyunda yıkanarak topraktan ayrılması sağlanmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler % 0.1'lik HCl, musluk suyu ile yıkanmış, iki defa da distile suyu ile durulanmıştır. Kök ve kök üstü aksam 65 °C'de 48 saat boyunca sabit bir ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur.

Yıkanan ve kurutulan kök ve kök üstü aksamlar tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

##### *Nodül Sayısı ve Kuru Ağırlığı*

Yıkanan kök örneklerinden nodüller bistrü yardımı ile ayrıldıktan sonra nodüller diğer aksamlarda olduğu gibi % 0.1'lik HCl, musluk suyu ile yıkanmış, iki defa distile suyu ile durulanmıştır. 65 °C'de 48 saat boyunca kurutulduktan sonra sayılmış ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

##### *Nodül, Kök ve Kök Üstü Aksam Toplam Azot Konsantrasyonu*

Öğütülen bitki aksamlarının toplam azot konsantrasyonu Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir (Bremner, 1965).

##### *İstatiksel Analiz*

Araştırma sonunda elde edilen veriler, SPSS 22.0 for Windows paket programı kullanılarak ANOVA varyans analizi ile yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki en küçük farklılıklar Tukey testi ile P<0.05 olacak şekilde belirlenmiştir.

### **Bulgular ve Tartışma**

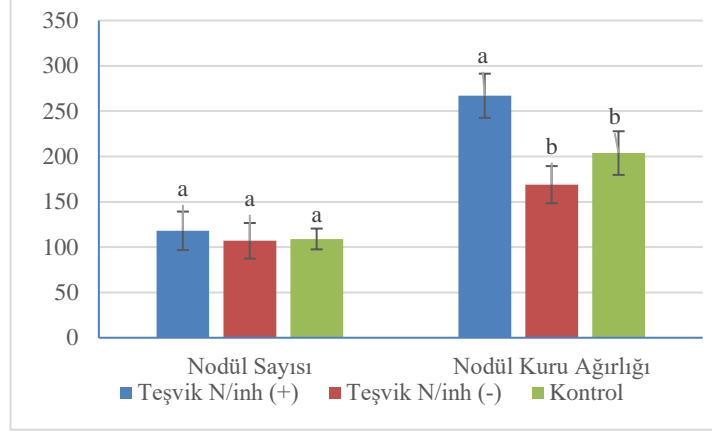
Nitrifikasyon inhibitörü uygulamasının bakla vejetasyonu altında nodülasyon, nodül kök ve kök üstü aksam toplam azot konsantrasyonuna ve toprakta N<sub>min</sub> değerlerinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen değerler aşağıda verilen çizelge ve grafiklerle irdelenmiştir.

Elde edilen nodül sayıları değerlerine göre uygulamalar arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Nodül kuru ağırlığının teşvik azotu ile birlikte inhibitör uygulamasında (267.0 mg) inhibitörsüz teşvik azotu uygulaması (168,9 mg) ve kontrole (203,8 mg) göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Bazı nitrifikasyon inhibitörlerinin (DCD, Nitrapyrin, Thiourea) bakla bitkisinin Rhizobium etkinliği üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada DCD inhibitörü uygulamalı bitkilerde, diğer inhibitör uygulamalı ve inhibitörsüz bitkilere kıyasla daha fazla sayıda nodül oluştuğu bildirilmiştir (Hamuda ve ark., 2009).

Şekil 2'de verilen bakla bitkisi kök ve kök üstü ağırlık değerlerine göre inhibitör ile teşvik azotu uygulamasının inhibitörsüz uygulamaya göre hem kök (%29) hem de kök üstü ağırlığı (%61) arttırdığı belirlenmiştir. İnhibitörsüz teşvik azotu uygulamasında ve kontrolde bakla kök ve kök üstü ağırlığı açısından istatistiksel olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde mısır vejetasyonu altında yapılan bir çalışma da nitrifikasyon inhibitörü uygulamasının bitki kuru madde verimini %53 oranında ve dane verimini ise inhibitörsüz uygulamalara kıyasla 150 kg da<sup>-1</sup> arttırdığını ortaya

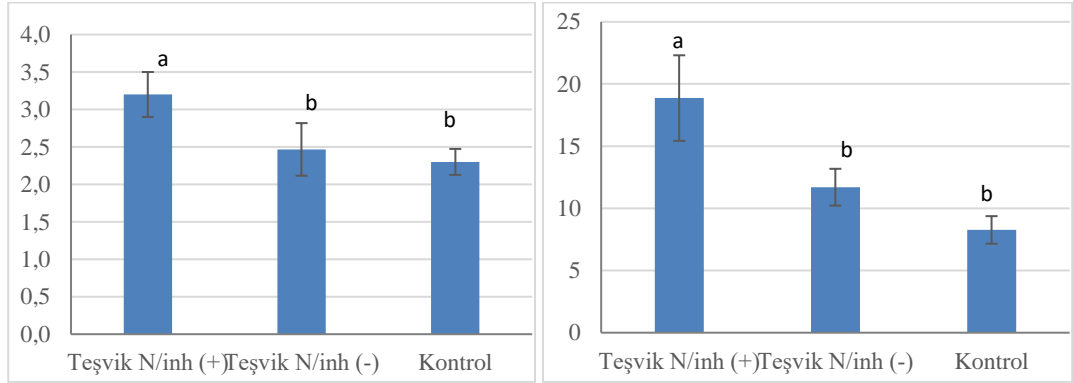
koymuştur (Martins ve ark., 2017). Albaos'un (2014) farklı bitki vejetasyonları altında nitrifikasyon inhibitörü uygulamaları ile yapılan çalışmalara ait sonuçları meta

analizi şeklinde değerlendirildiği bir çalışmada da inhibitör uygulamalarının bitkide hem biyomas hem de ürün verimini arttırdığını bildirmiştir.



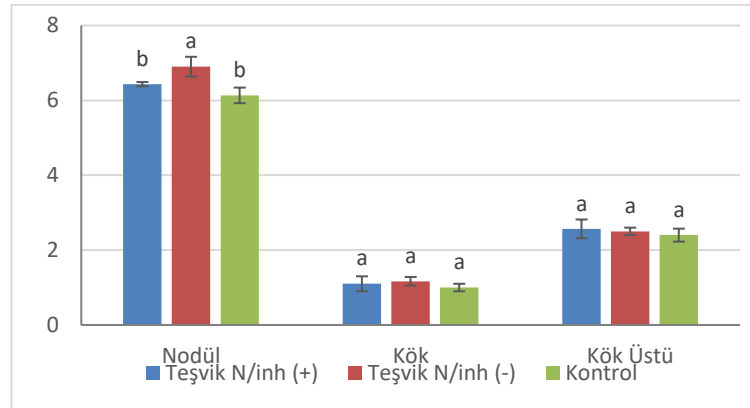
Şekil 1. İnhibitör uygulamasının bakla bitkisinde nodül sayısı (adet) ve nodül kuru ağırlığına (mg) etkisi

Figure 1. Effect of inhibitor application on nodule number (pcs) and nodule dry weight (mg) in broad bean plant



Şekil 2. İnhibitör uygulamasının bakla bitkisinde kök ve kök üstü ağırlığına etkisi (g)

Figure 2. Effect of inhibitor application on root and root top weight in broad bean (g)



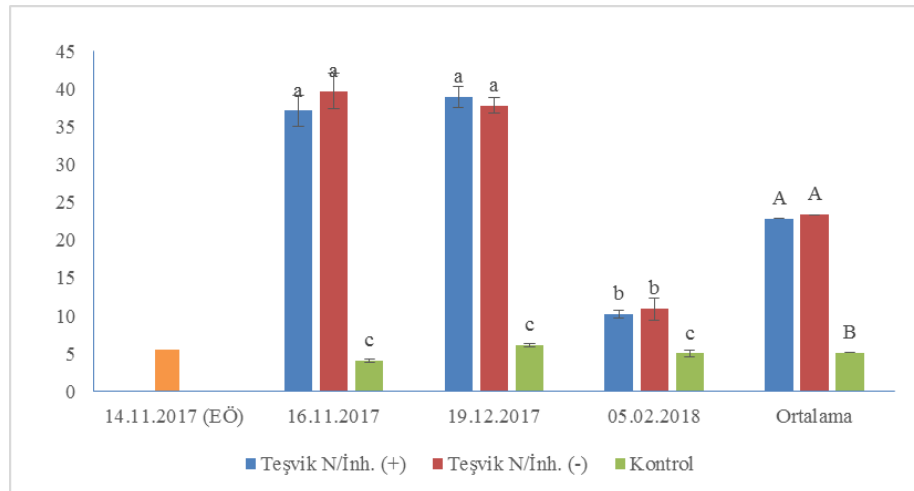
Şekil 3. İnhibitör uygulamasının bakla bitkisi aksamalarında toplam azot konsantrasyonuna etkisi (% N)

Figure 3. Effect of inhibitor application on total nitrogen concentration in broad bean plant parts (N%)

Bakla bitkisi aksamlarında belirlenen toplam azot konsantrasyonu değerlerine göre en yüksek toplam azot konsantrasyonu nodülde, bunu sırasıyla kök üstü aksam ve kökün takip ettiği tespit edilmiştir (Şekil 3). Nodül toplam azot konsantrasyonları uygulamalar açısından değerlendirildiğinde teşvik azotu ile inhibitör uygulamasının nodül toplam azot konsantrasyonu üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. En yüksek nodül toplam azot konsantrasyonunun inhibitörsüz teşvik azotu uygulamasında (% 6.9 N) olduğu, inhibitörlü teşvik azotu uygulaması (% 6.4 N) ve kontrol (% 6.1 N) arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde inhibitör uygulamasının bakla bitkisi kök ve kök üstü aksamları toplam azot konsantrasyonu üzerinde belirgin bir fark yaratmadığı, aynı zamanda her iki teşvik azotu uygulamasının bitki aksamları toplam azot konsantrasyonu üzerinde olumlu etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Yapılan birçok çalışma baklagil bitkilerinde teşvik azotu uygulamalarının tüm bitki aksamlarında toplam azot konsantrasyonunu arttırdığını göstermektedir. Nitekim Demirbaş ve arkadaşlarının (2018) bezelye bitkisinde yaptıkları bir çalışmada 3 kg teşvik azotu  $da^{-1}$  uygulamasının nodül ve kök azot konsantrasyonlarını sırasıyla yaklaşık %15

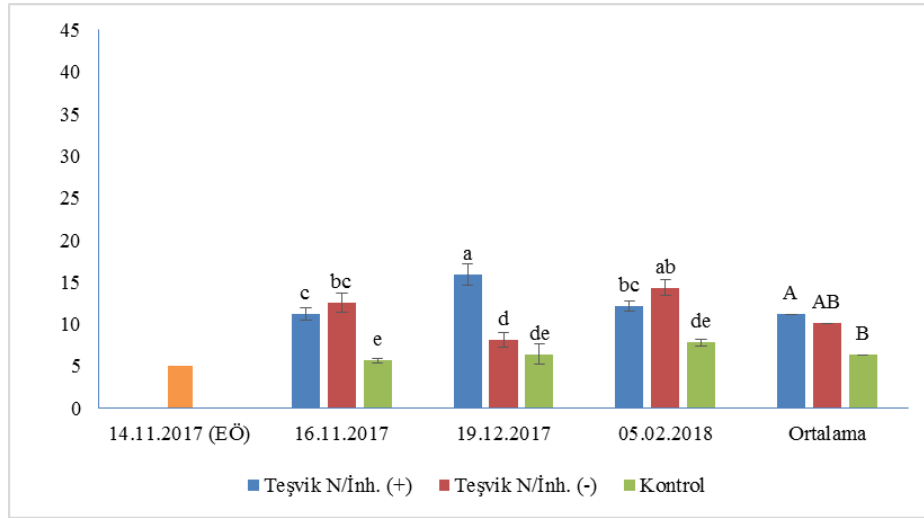
ve %30 oranlarında arttırdığını tespit etmiştir. Bu çalışmada teşvik azotu uygulamalarında tespit edilen toplam azot konsantrasyonları ile eşdeğer kontrol bitkileri toplam azot konsantrasyonları bakla bitkisi ile simbiyotik yaşam süren Rhizobium bakterilerinin ülkemiz topraklarında otokton olarak bulunması sayesinde azot fiksasyonunun etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi ile elde edilmiştir. Özdemir ve Engin (1991) ve Erdoğan (1997) çeşitli baklagil bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda bu bitkilerle simbiyotik yaşam süren bakterilerin ülkemiz topraklarında yeterli düzeyde olduklarını, Graham ve Halliday (1977) aşısız koşullarda da baklagillerin azot fiksasyonu ile bitki azot ihtiyacını karşılayabildiklerini bildirmişleridir.

Bakla bitkisi ekilmeden önce (EÖ) ve çalışma süresince alınan toprak örneklerinde belirlenen  $NO_3^-$ -N ve  $NH_4^+$ -N konsantrasyonlarına ilişkin değerler Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. Şekil 4'te verilen  $NO_3^-$ -N değerlerine göre hem inhibitörlü hem de inhibitörsüz teşvik azotu uygulamasında kontrole göre daha yüksek  $NO_3^-$ -N konsantrasyonu olduğu, inhibitör uygulamasının toprak  $NO_3^-$ -N konsantrasyonunu azaltma yönünde bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. Bakla vejetasyonu altında teşvik azotu ile inhibitör uygulamasının toprakta  $NO_3^-$ -N konsantrasyonuna etkisi ( $mg NO_3^-$ -N  $kg^{-1}$ )

Figure 4. Effect of inhibitor application together with inducing nitrogen on  $NO_3^-$ -N concentration in soil under broad bean vegetation ( $mg NO_3^-$ -N  $kg^{-1}$ )



Şekil 5. Bakla vejetasyonu altında teşvik azotu ile inhibitör uygulamasının toprakta  $\text{NH}_4^+$ -N konsantrasyonuna etkisi ( $\text{mg NH}_4^+$ -  $\text{kg}^{-1}$ )

Figure 5. Effect of inhibitor application together with inducing nitrogen on  $\text{NH}_4^+$ -N concentration in soil under broad bean vegetation ( $\text{mg NH}_4^+$ -  $\text{kg}^{-1}$ )

Benzer koşullarda II. ürün mısır vejetasyonu altında yapılan bir çalışmada da inhibitörlü ve inhibitörsüz uygulamalarda toprakta belirlenen  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonlarının kontrolden yüksek olduğu, aynı zamanda inhibitör etkinliği açısından  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonu üzerinde belirgin bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (Gök ve Pamiralan, 2016). İnhibitörlü ve inhibitörsüz teşvik azotu uygulamalarından 16.11.2017 ve 19.12.2017 tarihlerinde alınan toprak örneklerinde  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonlarının son örnekleme tarihi olan 05.02.2018 tarihinde alınan toprak örneklerinde belirlenen  $\text{NO}_3^-$ -N'dan belirgin derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme dönemi içindeki bu azalış 19.12.2017-05.02.2017 tarihleri arasında fazla yağışın meydana getirdiği aneorobik koşullar ve yüksek  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonu ile denitrifikasyon için uygun ortam oluşarak  $\text{NO}_3^-$ -N'nun bir kısmının denitrifike olması, aynı zamanda bitkinin bu süreç içerisinde  $\text{NO}_3^-$ -N'nu kullanmasına bağlıdır. Gök ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada 0-20 cm toprak derinliğinde yüksek  $\text{NO}_3^-$ -N konsantrasyonu ve toprak nem içeriğinin denitrifikasyonla azot kaybını arttırdığını bildirmişlerdir. Wu ve ark. (2017) farklı nem içeriğindeki toprakların (%50, 65, 80) inhibitör uygulamasının nitrifikasyona

etkisini araştırdıkları bir çalışmada ise nem içeriğinin artışı ile birlikte açığa çıkan  $\text{N}_2\text{O}$  ve  $\text{NO}$  gazlarının da arttığını tespit edilmiştir.

Alınan toprak örneklerinde belirlenen  $\text{NH}_4^+$ -N konsantrasyonları ortalama değerlerine göre teşvik azotu ile inhibitör uygulamasında diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek konsantrasyonda  $\text{NH}_4^+$ -N olduğu belirlenmiştir. Örnekleme dönemi içerisinde en yüksek  $\text{NH}_4^+$ -N konsantrasyonu 15.9  $\text{mg NH}_4^+$ -N  $\text{kg}^{-1}$  olarak 19.12.2017 tarihli örnekleme zamanında teşvik azotu ile inhibitör uygulamasında, en düşük 5.7  $\text{mg NH}_4^+$ -N  $\text{kg}^{-1}$  olarak 16.11.2017 tarihinde kontrolde olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak  $\text{NH}_4^+$ -N konsantrasyonları örnekleme dönemi içerisinde değişkenlik göstermiş ve inhibitör uygulamasının uygulanan amonyumlu gübrenin daha uzun süre toprakta muhafaza edilmesi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu değişkenlik içinde değerlerdeki düşüşler  $\text{NH}_4^+$ -N'nun nitrifikasyonla  $\text{NO}_3^-$ -N'a dönüşmesi, artışlar ise toprakta bulunan organik maddenin minerilizasyonu ile açığa çıkan  $\text{NH}_4^+$ -N'nun toprak çözeltisine katılması ile gerçekleşmiştir. Yapılan bir çok çalışma azotlu gübre ile birlikte inhibitör uygulamalarının nitrifikasyonu azalttığını göstermiş (Menendez ve ark., 2006; Dougherty ve ark., 2016; Koci ve Nelson,

2016), ancak uygulanan azotlu gübre miktarı 12 kg N da<sup>-1</sup> altına düştüğünde inhibitör etkinliğinin de azaldığı bildirilmiştir (Macadam ve ark., 2003; Friedl ve ark., 2017).

### Sonuç ve Öneriler

Teşvik azotu ile inhibitör uygulaması bitki kuru ağırlığını ve kök üstü aksam toplam azot konsantrasyonunu arttırmış, ancak nodülasyon ve nodül ve kök toplam azot konsantrasyonu üzerinde belirgin bir fark meydana getirmemiştir.

Teşvik azotu ile inhibitör uygulamasında belirlenen NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N konsantrasyonlarının inhibitörsüz teşvik azotu uygulamasına kıyasla kısmen daha düşük, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N konsantrasyonlarının ise kısmen daha yüksek olduğu, ancak örnekleme süresince inhibitörün nitrifikasyonu önleme etkisi üzerinde belirgin bir farklılık yaratmadığı bulunmuştur.

Elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde teşvik azotu ile birlikte inhibitör uygulaması bitki biyomas ağırlığı ve azot konsantrasyonu üzerindeki olumlu etkisi nedeniyle bakla bitkisi gübrelemesine ek olarak önerilebilir.

### Kaynaklar

- Abalos, D., Jeffery, S., Sanz-Cobena, A., Guardia, G., Vallejo, A., 2014. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosyst. Environ.* 189, 136–144.
- Bouyoucos, G. J., 1951. A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Argon. J.*, p 43, p 434-438
- Bremner, J.M., 1965. Inorganic forms of Nitrogen p. 93-149. In C.A. Black et. Al. (e.d.) *Methods of Soil Analysis. Part 1.* Argon. Monogr. Q. ASA, Madison, WJ.
- Çağlar, K. Ö., 1949. *Toprak Bilgisi A.Ü. Zir. Fak. Yayınları*:10, s. 230
- Demirbas, A., Durukan, H., Pamiralan, H., Karakoy, T., Gok, M., 2018. Effects of Dressing Fertilizer and Different Nitrogen Doses Together with Bacteria (*Rhizobium Spp.*) Inoculation Treatments on Nodulation and some Parameters of Chickpea (*Cicer Arietinum L.*). *Agriculture and Food.* 5, pg. 217-225.
- Deutsche Einheitsverfahren Zur Wasser-Abwasser und Schlammuntersuchungen, 1983. *Fachgrupper wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemie, Weinheim/Bergstrasse (BRD)*
- Dougherty, W.J., Collins, D., Van Zwieter, L., Rowlings, D.W., 2016. Nitrification (DMPP) and urease (NBPT) inhibitors had no effect on pasture yield, nitrous oxide emissions, or nitrate leaching under irrigation in a hot-dry climate. *Soil Research* 54, 675-683.
- Erdoğan, C., 1997. Nohut bitkisinin bazı tarımsal özelliklerine gübrelemenin (N, P) ve aşılamanın etkisi. Mustafa Kemal Ü. Fen Bilm. E. Yüksek Lisans Tezi. Hatay.
- Fabig, W., Ottow, J.C.G., Muller, F., 1978. Minerilization von 14 C-Markiertem Benzoat mit Nitrat als Wasserstoff-Akseptor Unter Vollstaendig Anaeroben Bedingungen Sowie bei Verminderten Saurstoffpartialdruck. *Landwitsch. Forsch.* 35, 441-453
- Friedl, J., Scheer, C., Rowlings, D.W., Mumford, M.T., Grace P.R., 2017. The nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) reduces N<sub>2</sub> emissions from intensively managed pastures in subtropical Australia
- Gilsanz, C., Báeza, D., Misselbrook T. H., Dhanoa, M. S., Cárdenas, L. M., 2016. Development of emission factors and efficiency of two nitrification inhibitors, DCD and DMPP. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216 pg.1–8.
- Gök, M., Ottow, J.C.G., Benckiser, G., Coşkan, A., Onaç, I., Karip, B., Sağlamtimur, T., Tansı, V., Sağlamtimur, F., 1998. Residual effects of organic fertilization on nitrogen mineralization, denitrification and some biological properties on corn

- cultivated field followed wheat plant. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. "YISARS". 21-24 September, s 673-678.
- Gök, M., Pamiralan, H., 2016. Nitrifikasyon İnhibitörlü Enjeksiyon gübrelemesinin 11. ürün mısır bitkisinde nitrifikasyon ve verim üzerinde etkisi. 7. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi. Sy. 29-30.
- Gök, M., Sağlamtimur, T., 1991. Çeşitli yeşil gübre bitkilerinin toprağın Nmin içeriğine etkisi. TİD. 11. Bilimsel Toplantısı, Yayın No. 6, S. 391-401.
- Graham, P.H., Halliday, H., 1977. Inoculation and nitrogen fixation in the genus *Phaseolus* Ed. J.M. Vincent A.S. Whitney and I. Base Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agnculture.
- Hamuda, B., Kecskes, M., Khalif, A., Orosz, E., Talha, E., Abdorhim, H., Effect of some nitrification inhibitors on *vicia faba - rhizobium* symbiosis. 5<sup>th</sup> International Multidisciplinary Conference. Pg 51-56.
- Hubbard, C.E., 1992. Grasses, Penguin Books, London, England, 450 p.
- Kaçar, B., 1984. Bitki Beseleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Ankara.
- Koci, J., Nelson, P., 2016. Tropical dairy pasture yield and nitrogen cycling: effect of urea application rate and a nitrification inhibitor (DMPP). *Crop and Pasture Science* 67, 766-779.
- Lindsay, W. L., Norvell, W. A., 1978. Development of DTPA Soil test zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Am. J.* 42:421-428.
- Macadam, X.M.B., Prado, A.d., Merino, P., Estavillo, J.M., Pinto, M., Gonzalez-Murua, C., 2003. Dicyandiamide and 3,4-dimethyl pyrazole phosphate decrease N<sub>2</sub>O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover. *Journal of Plant Physiology* 160, 1517-1523.
- Marschner, H., 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants, third ed., Academic Press.
- Martins, M. R., Sant, S. A. C., Zaman, M., Santos, R. C., Monterio, R. C., Alves, B. J. R., Jantalia, C. P., Boddey, R. M., Urquiaga, 2017. Strategies for the use of urease and nitrification inhibitors with urea: Impacton N<sub>2</sub>O and NH<sub>3</sub> emissions, fertilizer-15N recovery and maize yield in a tropical soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 247, 54-62.
- Menendez, S., Merino, P., Pinto, M., Gonz\_alez-Murua, C., Estavillo, J.M., 2006. 3,4-Dimethylpyrazol phosphate effect on nitrous oxide, nitric oxide, ammonia, and carbon dioxide emissions from grasslands. *Journal of Environmental Quality* 35, 973e981.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Circular No. 939. U.S. Department of Agriculture.
- Özdemir, S., Engin, M., 1991. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on yield related morphological and physiological characters of chickpea. *Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 5 (2): 111-116.
- Schichting, E., Blume, E., 1966. *Bodenkundliches practikum*. paul parey verlag, Hamburg, Berlin.
- Shahrokhnia, M. H., Sepaskhah, A. R., 2016. Effects of irrigation strategies, planting methods and nitrogen fertilization on yield, water and nitrogen efficiencies of safflower. *Agri Water Manag.* 172 Pg. 18-30.
- Tafteh, A., Sepaskhah, A. R., 2012. Application of HYDRUS-1D model for Simulating water and nitrate leaching from continuous and alternate furrow irrigated rapeseed and maize fields. *Agric. Water Manage.* 113, 19-29.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, USDA No:6



- Wang, S.Q., Zhao, X., Xing, G.X., Yang, Y.C., Zhang, M., Chen, H.K., 2015. Improving grain yield and reducing N loss using polymer-coated urea in southeast China. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1103–1115.
- Wang, Z.Y., Zheng, H., Luo, Y., Deng, X., Herbert, S., Xing, B.S., 2013. Characterization and influence of biochars on nitrous oxide emission from agricultural soil. *Environ. Pollut.* 174, 289–296.
- Weiske, A., Benckiser, G., J.C.G. Ottow, 2001. Effect of the new nitrification inhibitor DMPP in comparison to DCD on nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions and methane (CH<sub>4</sub>) oxidation during 3 years of repeated applications in field experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 60 Pg. 57–64.
- Wu, D., Cardenas, L. M., Calvet, S., Bruggemann, N., Loick, N., Liu, S., Bol, R., 2017. The effect of nitrification inhibitor on N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> emissions under different soil moisture levels in a permanent grassland soil. *Soil Biology & Biochemistry*. Vol.113 Pages 153-160.
- Zhang, S., Shena, T, Yanga, Y., Yuncong C., Yanb, B, Min Zhanga , Yafu Tanga , Samuel C. Allen, S. C., 2018. Controlled-release urea reduced nitrogen leaching and improved nitrogen use efficiency and yield of direct-seeded rice. *Journal of Environmental Management*. 220, 191-197.