

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**NİTRİFİKASYON İNHİBİTÖRÜNÜN PAMUK BİTKİSİNİN AZOT İÇERİĞİ  
VE KÜTLÜ VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Ferat ÖNAL**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA**

**2019**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında, Ferat ÖNAL'ın hazırladığı “Nitrifikasyon İnhibitörünün Pamuk Bitkisinin Azot İçeriği ve Kütlü Verimi Üzerine Etkisinin Araştırılması” konulu bu çalışma 29/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA .....

Üye: Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ .....

Üye: Prof. Dr. Erhan AKÇA .....

**Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. İRFAN ÖZBERK**  
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.**  
Proje No: 18222

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Pamuk Bitkisinin Gelişimine Etki Eden Unsurlar .....	7
2.2. Azot, Azotlu Gübreler ve Azotun Pamuğun Gelişimine Etkisi .....	8
2.3. Tarım alanlarında azot kaynaklı sorunlar ve çözüm yolları .....	8
2.4. Tarım alanlarında Üreaz ve Nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanımı .....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Tarla Denemesinin Kurulduğu Yer.....	17
3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	18
3.1.3. Tarla Denemesi Kurulan Alanın Toprak Özellikleri.....	18
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Pamuk Çeşidi ve Özellikleri.....	19
3.2. Yöntem .....	20
3.2.1. Tarla Denemesinin Kuruluşu, Kapsamı ve Deneme Tekniği.....	20
3.2.2. Yapılan Gözlemler, Ölçümler, Tartımlar, Analizler ve Bitkilerin Hasadı .....	27
3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi .....	30
4 . ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	31
4.1. İnhibitörlü Azotlu Gübrenin Pamuk Bitkisinin Azot İçeriğine Etkisi.....	31
4.2. İnhibitörlü Azotlu Gübre Uygulamasının Pamukta SPAD Değerlerine Etkisi .....	32
4.3. İnhibitörlü Azotlu Gübrenin Pamuk Bitkisinin Yaş ve Kuru Ağırlıklarına etkisi.....	34
4.4. İnhibitörlü Azotlu Gübrenin Pamuğun Kütlü Verimine Etkisi .....	35
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	38
5.1. Sonuçlar.....	38
5.2. Öneriler.....	38
KAYNAKLAR .....	40
ÖZGEÇMİŞ .....	47

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## NİTRİFİKASYON İNHİBİTÖRÜNÜN PAMUK BİTKİSİNİN AZOT İÇERİĞİ VE KÜTLÜ VERİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ferat ÖNAL

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA  
Yıl: 2019, Sayfa: 47

Tarımsal üretimde sınırlayıcı faktörler içerisinde yer alan azot diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi pamukta da verim ve kaliteyi etkilemektedir. Ancak tarım alanlarında azotlu gübrelere oluşan kayıplar, azotun pamuk tarafından kullanım etkinliğinin düşürmekte, maliyetleri arttırmakta, verim düşüşüne ve çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu sorunların çözümünde nitrifikasyon inhibitörlü gübreler önemli bir alternatif olarak görülmektedir. Çalışma Mardin'in Derik ilçesinde tarla denemesi şeklinde yürütülmüştür. Çalışma sonuçları inhibitörlü azotlu gübrenin pamukta toplam azot içeriğini artırdığını ortaya çıkarmıştır. İki farklı dozda uygulanan inhibitörlü gübre, 7 kg/da ve 3.5 kg/da olmak üzere, pamukta azot içeriğini sırasıyla %11.8 ve % 34.6 oranında kontrole (üre) göre arttırmıştır. Nitrifikasyon inhibitörlü gübre pamuk bitkisinin toplam yaş ve kuru ağırlıklarında da istatistiksel olarak önemli artışlar sağlamıştır. Düşük miktarda uyguladığımız İnhibitörlü azot kontrole (Üre) göre aynı verim elde edilmiştir fakat bu verim değeri istatistiksel olarak önemli seviyede bulunmamıştır. Tarlaya 3.5 kg/da ve 7 kg/da dozda uygulanan inhibitörlü gübre, pamuk bitkilerinin toplam yaş ağırlıklarında sırasıyla %35.4 ve % 72.2 kontrole (üre) göre artışa neden olurken, toplam kuru ağırlık artışın ise sırasıyla % 94.0 ve %108.6 kontrole (üre) göre olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, tarla koşulları altında pamuk üretiminde nitrifikasyon inhibitörlü gübre kullanımıyla pamukta azot içeriğini arttırıldığını göstermektedir. Ancak nitrifikasyon inhibitörlü azotlu gübrenin pamuk yapraklarının toplam klorofil içeriğine ve kütlü verimine etkisi istatistiksel olarak önemli seviyede bulunmamıştır. Çalışma sonucunda nitrifikasyon inhibitörlü gübrelerin pamuk tarımında kullanılmasının önerilebileceği kanaatine varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Pamuk, Azot, Nitrifikasyon İnhibitörü, Azot İçeriği, Verim

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NITRIFICATION INHIBITOR ON THE NITROGEN CONTENT AND THE CULTURAL YIELD OF COTTON PLANT**

**Ferat ÖNAL**

**Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Prof. Dr. Cengiz KAYA  
Year: 2018, Page: 47**

Nitrogen, which is one of the limiting factors in agricultural production, affects yield and quality in cotton as in other crop plants. However, the losses in nitrogenous fertilizers in agricultural areas reduce the efficiency of nitrogen by cotton, increase costs, cause efficiency decrease and environmental problems. Nitrification inhibitor fertilizers are seen as an important alternative to solve these problems. The study was carried out as a field trial in Derik district of Mardin. The results of the study revealed that nitrogenous fertilizer with inhibitor increases total nitrogen content in cotton. The fertilizer applied with two different doses increased the nitrogen content in cotton at 7 kg / da and 3.5 kg / da according to the control (urea) in 11.8% and 34.6% respectively. The fertilizer with nitrification inhibitor also increased statistically significantly in total wet and dry weights of cotton plant. The same yield was obtained with the low amount of inhibitor nitrogen control (Urea), but this yield was not statistically significant. The fertilizer with 3.5 kg / da and 7 kg / da applied to the field resulted in an increase in the total wet weights of cotton plants by 35.4% and 72.2% (urea), while the total dry weight gain was 94.0% and 108.6%, respectively (urea). was determined to be. The results show that the nitrogen content in cotton is increased by the use of nitrification inhibitor fertilizer in cotton production under field conditions. However, the effect of nitrogen fertilizer with nitrification inhibitor on total chlorophyll content of cotton leaves and its yield was not statistically significant. As a result of the study, it can be suggested that nitrification inhibitor fertilizers should be used in cotton farming.

**KEY WORDS:** Cotton, Nitrogen, Nitrification Inhibitor, Nitrogen Content, Yield

## TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın gerekleőmesinde büyük emeği bulunan, yüksek lisans öğrenimim ve tez çalıőmamın her aőamasında yakın ilgisini gördüğüm, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cengiz KAYA'ya en içtenlikle teőekkürü bir borç bilirim. Çalıőmamın arazi ve laboratuvar çalıőmaları sırasında yardımcı olan başta ağabeyim Metin NAL olmak üzere kuzenlerim Őeyhmus NAL ve Sedat NAL'a en içten duygularımla teşekkür ederim. Bütün ğretim hayatım boyunca her zaman desteklerini yanımda hissettiğim aileme sonsuz teőekkürleri ederim.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 3.1. Tarla denemesinin kurulduğu yerin konumu .....	17
Şekil 3.2. Deneme arazisinde mibzerle tohumların ekimi .....	22
Şekil 3.3. Arazide bitkilerin çıkışı ve deneme alanının parselizasyonu .....	23
Şekil 3.4. Arazide bitkilerin çıkışı ve deneme alanının parselizasyonu .....	23
Şekil 3.5. İlk üst gübrenin arazide tartılarak uygulanması .....	24
Şekil 3.6. İlk üst gübre uygulanmasını takiben arazinin yağmurlama sulama sistemi ile sullanması .....	25
Şekil 3.7. Toprak yüzeyine uygulanan 2. üst gübreleme .....	25
Şekil 3. 8. Tesadüf blokları deneme desenine göre uygulanan tarla denemesinde parsellerin yerleşim planı .....	27
Şekil 3.9. SPAD okumaları için yaprak örneklerinin alınması .....	28
Şekil 3.10. Yaş ve kuru ağırlık açın alınan pamuk örnekleri, örneklerin yaş ağırlığının alınması ve kuru ağırlık almak için etüvde 65°C'de kurutulan bitkiler .....	29
Şekil 3.11. Deneme alanında pamuk hasadının elle yapılması .....	30
Şekil 4.1. Tarla denemesinde farklı uygulamalara göre yapraklarda toplam azot içerikleri ...	31
Şekil 4.2. Tarla denemesinde farklı uygulamalara göre toplam kütlü verim .....	36

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Mardin İline Ait Uzun Yıllar İklim Verilerine İlişkin Ortalama Değerler (1940 - 2017) .....	19
Çizelge 3.2. Tarla Denemesi Kurulan Alanın Toprak Özelliklerine ilişkin analiz sonuçları.....	19
Çizelge 3.3. Deneme alanında yapılan bazı işlemler ve tarihleri.....	24
Çizelge 3.4. Denemede yer verilen azotlu gübre uygulamaları .....	26
Çizelge 3.5. Uygulanan inhibitörlü gübrenin genel özellikleri .....	26
Çizelge 4. 1. Tarla denemesinde farklı uygulamaların pamuk yapraklarında klorofil içeriğine (SPAD değerleri) etkisi .....	33
Çizelge 4.2. Tarla denemesinde farklı uygulamaların pamuk yaş ve kuru ağırlığına etkisi.....	35





## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

N	Azot
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amonyum
K <sub>2</sub> O	Potasyum
pH	Amonyak Oksitleyen Archaea
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fosfor
İAG-1	İnhibitörlü Azot Gübreleme 1. doz (3,5 kg/da)
İAG-2	İnhibitörlü Azot Gübreleme 2. doz (7 kg/da)
SPSS	Statistics Program For Social Sciences
<i>P</i> <0.5	İstatistik Önem
da	dekar
ha	hektar
kg	kilogram
g	gram
DCD	dicyandiamide
DMPP	3,4-dimetilpirazol-fosfat
C	karbon
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nitrat
N <sub>2</sub> O	nitroz oksit
NO <sub>2</sub>	nitrit
NBPT	N-butyl thiophosphoric triamide

## 1. GİRİŞ

Pamuk kullanım alanları/olanakları ile yaygın ekim alanları dikkate alındığında; insanlık açısından vazgeçilmez kültür bitkileri arasında yer almaktadır. Ayrıca, yarattığı katma değer ve istihdam olanakları sebebiyle global düzeyde büyük bir ekonomik öneme sahiptir (Anonim, 2018).

Dünyada her geçen gün meydana gelen nüfus artışı ve ihtiyaçların çeşitlenmesi beraberinde pamuk bitkisine olan talebi de artırmakta ve gelecekte çok daha stratejik bir ürün olma potansiyeli bulunmaktadır. Zira pamuk, çırçır sanayisi, lifi ve tekstil sanayisi, yağ ve yem sanayisi ile linteri ve kâğıt sanayisi gibi endüstri dallarının hammaddesi durumundadır. Ayrıca, pamuk çiğitinden elde edilen yağ giderek artan oranda biyo-dizel üretiminde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla pamuk yağı petrole alternatif kültür bitkileri arasında yer almaktadır. Bu nedenlerle pamuğa olan ihtiyaç, her geçen gün bütün dünyada artış göstermektedir. Ancak, dünya genelinde pamuk yetiştiriciliğine uygun ekolojik koşullara sahip az sayıda ülke bulunmaktadır. Bu nedenle de aralarında Türkiye'nin de bulunduğu az sayıdaki ülkede dünya pamuk üretiminin % 80 kadarı gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2018). Bu da pamuğu stratejik kültür bitkileri arasına sokmaktadır.

Toplam üretim alanları itibariyle 9. sırada olan Türkiye toplam lif üretimi yönüyle de dünyanın 7. büyük pamuk üreticisi konumundadır. Diğer yandan pamuk üretiminde olduğu gibi pamuk tüketiminde de ülkemiz dünyanın önde gelen ülkeleri arasında (4. sırada) yer almaktadır (Anonim, 2018). Önemli bir pamuk üreticisi ve tüketicisi konumunda bulunan Türkiye'de her geçen yıl pamuk üretim alanlarının daraldığı görülmektedir (Anonim, 2017). Pamuk tarımında artan girdi maliyetleri, pamuk tarımının ihtiyaç duyduğu yoğun iş gücü vb sebeplerle diğer bölgelerde alternatif ürünlere bir yöneliş görülmesine rağmen (Candemir ve ark., 2017) pamuk Güneydoğu Anadolu Bölgesi için önemini sürdürmektedir.

Bütün kültür bitkilerinde olduğu gibi sulama ve gübreleme pamukta da verim düzeyini belirleyen en önemli faktörler arasındadır. Pamuk gelişme dönemi boyunca topraktan önemli miktarda azot, fosfor, potasyum ( N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) kaldırır. Azot, fosfor ve potasyuma ek olarak; pamuk kükürt, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır, manganez ve bor vb besin maddelerine de ihtiyaç duymaktadır. Tarla koşullarında yürütülen çalışmalarda; doğru gübrelemenin pamukta önemli verim artışlarına (% 20-50) neden olduğu tespit edilmiştir (Çolakoğlu ve Atalay, 1982; Cassman, 1996; Blaise ve ark., 2004; İrget ve ark., 2010; Uzun, 2016).

Başarılı bir üretim ve pamuğun gelişimi için azot büyük bir öneme sahiptir (Uzun, 2016; Blaise ve ark., 2004). Ancak özellikle taraklanma ile ilk çiçeklenme dönemi arasında bitkinin azot ihtiyacı son derece fazladır. Bu nedenle de uygun zamanda ve dozda azot kullanımı, vejetatif büyüme ile meyve tutumu arasında dengenin oluşmasını sağlar. Bu da; erken koza tutumu, koza çürüklüğünden kaynaklanan kaybın en aza indirgenmesi, daha az insektisit kullanımı, bitki büyüme düzenleyicilerine daha az gereksinim duyulması, yaprak döktürme maliyetinin azalması, erken olgunlaşma, hasat ve iyi bir verim yönüyle büyük fayda sağlar (Mert, 2011). Azotlu gübreler pamuk tarımında vazgeçilmez unsurlar arasında yer almasına rağmen toplam üretim maliyetleri dikkate alındığında; gübreleme maliyetlerinin son derece (toplam maliyetlerin yaklaşık % 12 - 15) önemli bir yer tuttuğu görülmektedir (Candemir ve ark., 2017; Yılmaz ve Gül, 2015). Bu nedenle üretim maliyetlerinin düşürülmesi için azotlu gübrelerin kullanım etkinliğinin artırılması büyük önem taşımaktadır.

Besin maddelerinin topraktaki dönüşümlerinin doğru şekilde anlaşılması, toprakların besin sağlama dinamiklerinin belirlenmesi ve bitki besleme açısından oldukça önemlidir. Ancak azot, diğer besin elementlerinden çok daha fazla dönüşüme ve kayba maruz kaldığından, döngüsü, diğerleriyle karşılaştırıldığında en karmaşık olanıdır (Stewart ve Jaramillo, 2017). Bütün canlıların ihtiyaç duyduğu azotun kaynağını atmosferde gaz halinde bulunan azot oluşturur. Atmosferin bünyesinde %78,08 oranında Azot, %20,98 oranında Oksijen, %1 oranında karbondioksit ve diğer gazlar bulunmaktadır (Eken ve ark, 2018).

Atmosfer ile yer kabuğunun üst kısmını kaplayan toprak arasında dinamik bir denge içinde döngüsünü tamamlayan azotun canlılar tarafından kullanılabilir hale gelmesi, nitrit ve nitratlara dönüşmesi ile mümkündür. Atmosferde şimşek/yıldırımlarla azot ile oksijenin birleşerek nitrit ( $N_2O_2$ ) ve nitratlara ( $NO_3^-$ ) dönüşmesi ve yağışla toprağa geçmesi ile toprakta bulunan bazı bakteriler azot ile oksijeni birleştirerek nitrit ve nitratlara dönüştürmesi suretiyle (fiksasyon) veya gübre, bitki artığı ya da hayvan gübresi olarak toprağa azot girişi olabilir (Soyergin, 2003). Ancak azot, bitkiler tarafından ya nitrat ( $NO_3^-$ ) ya da amonyum ( $NH_4^+$ ) olarak alınır. Bu nedenle diğer azot formların bitkiler tarafından kullanılmadan önce mutlaka nitrat ve amonyuma dönüşmesi gerekir.

Azot topraklarda nitrata dönüşme eğiliminde olup sahip olduğu negatif yükten dolayı nitrat, kil minerallerinin ve organik maddenin yüzeyindeki negatif yüklü parçacıklarca tutulamaz. Bu nedenle de suyun toprak profili boyunca hareketi ile rahatlıkla yıkanır. Azot, sadece bu şekildeki nitrat yıkanmasıyla değil aynı zamanda tarlalarda ki yüzey akışı ve gaz şeklindeki yitimlerin dahil olduğu birkaç yolla kayba uğrayabilmektedir (Stewart ve Jaramillo, 2017). Dolayısıyla toprağa verilen azotlu gübreler kısa zamanda yağmur ya da sulama suyu ile nitrat ( $NO_3^-$ ) formunda yıkanabilmekte veya amonyum ( $NH_4^+$ ) ve nitroz oksit ( $N_2O$ ) formunda atmosfere karışarak kaybolmaktadır. Bu nedenle bitkisel üretim amacıyla toprağa uygulanan azotlu gübrelerin bitkiler tarafından kullanılma etkinliği son derece düşük (% 10 - 50) seviyelerde kalmaktadır. Zira uygulanan gübrenin yarıdan fazlası bitkiler tarafından kullanılmadan kaybolmaktadır. Bu kayıp gübreden beklenen faydanın temin edilememesine neden olmaktadır. Azotlu gübrelerin tarımda kullanım maliyetleri dikkate alındığında bu kayıp ekonomik anlamda önemli seviyelere çıkabilmektedir.

Ekonomik kayıp yanında yıkanarak yer altı sularına karışan azot önemli sorunlara yol açabilmektedir (Ju ve ark., 2009). Tarımında verimi artırmak ya da verim düzeyini korumak amacıyla yüksek miktarlarda kullanılan azotlu ticari gübreler; toprak çoraklığı ve çevre kirliliği gibi problemleri beraberinde getirmektedir. Ayrıca, toprakta organik madde ve humusun azalması ile toprağın

çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin bozulmasına neden olmaktadır (Aygün, 2001). Hatta son dönemlerde azotlu gübrelerden kaynaklanan bu çevresel sorunlar; dikkatlerin azotlu gübrelerin verim artışına olan katkılarından çok, oluşturdukları çevre kirliliğine kaymasına neden olmuştur.

Azotlu gübrelemeden kaynaklanan bütün bu sorunlar; gübrenin alımını, kullanım etkinliğini arttıracak, oluşan ekonomik kayıpları önleyecek ve bitkisel üretimde arzulanan verim artışını sağlayacak yeni teknolojilere olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Nitekim son dönemlerde gübre endüstrisi ve araştırma kuruluşları bünyesinde azotlu gübrelerin kullanım etkinliğini ve verimliliği artıran, aynı zamanda çevre kirliliğini azaltan yeni gübre yönetim uygulamaları ve gübre teknolojileri üzerinde durulmaktadır (Liu ve ark., 2013; Maene, 1995; Trenkel ve ark., 1988). Azot kaybını önlemek, azotlu gübrelerin kullanım etkinliğini arttırmak ve çevreye olumsuz etkilerini azaltmak için; şu ana kadar özellikle üç tip ürün üzerinde durulmaktadır.

Bunlar sırasıyla;

1. Azotu yavaş salan gübreler,
2. Nitrifikasyon inhibitörleri ve
3. Üreaz inhibitörleridir.

Bunlardan son ikisi (nitrifikasyon ve üreaz inhibitörleri) aynı zamanda “Azot inhibitörleri” olarak da anılmaktadır (Frame ve Reiter, 2013; Schwab ve Murdock, 2010).

Nitrifikasyon inhibitörleri, olarak adlandırılan bileşikler temel olarak amonyumun nitrata biyolojik oksidasyonunu (parçalanmasını) önleyen maddelerdir (Schwab ve Murdock, 2010). Toprakta bulunan *Nitrosomonas* spp. bakterileri amonyum iyonlarını ( $\text{NH}_4^+$ ) nitrite ( $\text{NO}_2$ ) dönüştürürler, daha sonra da nitrit ( $\text{NO}_2$ ) *Nitrobacter* spp. ve *Nitrosolobus* spp. vasıtasıyla nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüştürülür. İşte nitrifikasyon inhibitörleri temel olarak; toprakta bu mikroorganizmaların aktivitesini

belirli bir süre engelleyerek (6-10 hafta), amonyum iyonlarının ( $\text{NH}_4^+$ ) bakteriyel oksidasyonunu geciktirirler. Dolayısıyla nitrifikasyon inhibitörlerinin başlıca kullanım amacı; yıkanma yoluyla nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve denitrifikasyon yoluyla da toprak yüzeyinden nitroz oksitler ( $\text{N}_2\text{O}$ ) şeklinde oluşan azot kayıplarını [mevcut azotu daha uzun süre amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) formunda tutmak suretiyle] minimize etmek ve bu yolla azotun etkinliğini arttırmaktır. Buna ek olarak, azotun amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) formundan nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşümünü geciktirerek insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan bitkilerin bünyesinde bulunan tehlikeli seviyelere ulaşmasını yani nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) birikimlerini de engellemektedirler (Trenkel, 2010; Güneş, 2013).

Amonyumun parçalanmasında görev alan bakterilere karşı nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanılmasına ilişkin araştırmalar 1950' lerin sonlarında başlamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, azot kayıplarını en aza indirmek için inhibitör olarak tanımlanan birtakım kimyasal bileşikler bulunmuş ve ticari olarak kullanıma sunulmuştur. İnhibitörlü gübreler sayesinde azot bitkinin alabileceği formda uzun süre toprakta alınabilir halde kalmaktadır. Böylece verilen azotun alım ve kullanım etkinliği yükselmektedir. Ancak inhibitörlü gübrelerin  $\text{N}_2\text{O}$  emisyonunu ve  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasını önleme seviyesi; bu kimyasalların uygulama oranı, uygulama zamanı ile formülasyonuna, kullanılan nitrifikasyon inhibitörlerine, kullanım şekline, kültür bitkisine ve ekolojik koşullara vb faktörlere bağlı olarak büyük değişkenlik göstermektedir (Ju ve ark., 2009; Liu ve ark., 2013; Kemal ve Workie, 2015). Bu çerçeveden başta sulama olmak üzere arazi kullanım şekline, uygulanan inhibitörler ve bunların kullanım zamanlarına (Sanz-Cobena ve ark., 2012), yağış ve sıcaklık başta olmak üzere iklim koşulları (Shepherd ve ark., 2012) ve toprak nemi, pH, toprak tekstürü, organik karbon ve mineral N miktarı vb toprak özelliklerine (Barth ve ark., 2001; Shepherd ve ark., 2012) bağlı olarak inhibitörlerin etkinliğinde büyük farklılıklar gözlemlenebilmektedir. Dolayısıyla inhibitörlü gübrelerin etkinliğinin ortaya konulabilmesi için; farklı ekolojik bölgelerde, farklı ekim sistemlerinde ve farklı kültür bitkilerde etkinlik çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmayla; Güneydoğu Anadolu bölgesinin önemli kültür bitkileri içerisinde yer alan ve üretim sürecinde yoğun bir şekilde azot kullanılan pamuk

bitkisinin Mardin (Derik) ekolojik koşullarında inhibitörlü gübrelere tepkisin ortaya konması hedeflenmiştir. Tarla denemesi olarak yürütülen araştırma ile temel olarak; pamuğun azot içeriği, azot kayıplarının önlenme potansiyeli ve pamuk verimine etkisi yönüyle inhibitörlü azotlu gübrenin klasik azotlu gübreyle karşılaştırılarak test edilmesi amaçlanmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Pamuk Bitkisinin Gelişimine Etki Eden Unsurlar

Gübreleme pamuk tarımında son derece önemli bir yere sahiptir. Zira pamuk gelişimi için topraktan önemli miktarda besin elementi kaldırır. Bu çerçeveden temel besin elementlerinden N, P, K (Azot, fosfor, potasyum) yanında kalsiyum, magnezyum, kükürt ve sodyum ile bor, demir, manganez, çinko, kurşun gibi besin maddelerine ihtiyaç gösterir. Doğru gübrelemenin pamukta önemli verim artışlarına (% 20-50) neden olduğu çok farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Çolakoğlu ve Atalay, 1982; Cassman, 1996; Blaise ve ark., 2004; İrget ve ark., 2010; Uzun, 2016). Ancak, genel olarak gübreleme üretim maliyetleri içerisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Toplam pamuk üretim maliyetlerinin %12-15'ini gübreleme maliyetleri oluşturur (Anonim, 2018; Candemir ve ark., 2017).

Pamuk üretiminde verimi en çok etkileyen faktörlerden birisi de sudur. Güteryüz ve ark. (1996) tarafından yürütülen tarla denemeleri sonucunda; pamuğun gelişimi için sulamanın da gübreleme (özellikle azot) kadar, hatta daha fazla, öneme sahip olduğu ortaya konulmuştur. Kanber ve Turhan (1980) ile Kanber ve ark. (1992) tarafından yapılan çalışmalar da bu durum ortaya konulmuştur.

Ekolojik koşullar ve toprak özellikleri de pamuğun gelişimini sınırlandıran faktörler içerisinde yer almaktadır. Ekolojik isteklerinden dolayı dünya üzerinde sadece tropikal ve subtropikal iklime sahip ülkelerde yetiştirilmektedir (Uzun, 2016). Ülkemizde pamuk üretimi yapılan toprakların genel özelliklerine ilişkin çalışmalarda pamuğun toprak istekleri bakımından kısmen seçici olduğu görülmektedir (Demirkıran, 2010; Anonim, 2012, Anonim, 2018).



## 2.2. Azot, Azotlu Gübreler ve Azotun Pamuğun Gelişimine Etkisi

Tilman ve ark. (2002) azotun (N), bütün kültür bitkileri için gerekli olan bir besin elementi olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, küresel ölçekte geçtiğimiz dönemde meydana gelen verim artışının, temel olarak sentetik gübre kullanımındaki artışın bir sonucu olduğunu belirtmektedirler. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar sonucunda; pamuk tarımında da azotun sınırlayıcı bir etkiye sahip olduğu, bu nedenle azotun pamuğun gelişimi için vazgeçilmez bir rol oynadığını ortaya koymuştur (Uzun, 2016; Mert, 2011; Blaise ve ark., 2004).

Azotun pamuğun gelişimine etkisi ile ilgili olarak dünya genelinde ve ülkemizde yürütülmüş çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda azotlu gübrelerin pamukta; bitki başına koza sayısının, koza ağırlığını, kütlü pamuk verimi, lif uzunluğu, lif inceliği, lif mukavemeti ve 100 tohum ağırlığı vb üzerine etkisinin bulunduğu saptanmıştır (Şahin ve Höyük, 1991; Şahin ve Kıvılcım, 1993; Hassan ve ark., 2003; Altınkaya, 2009; Irget ve ark., 2010; Seilsepour ve Rashidi, 2011).

Zhao ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmalarda, azotun pamukta sadece verim artışını değil aynı zamanda iklimden kaynaklanan stres koşullarının atlatılmasında da azot takviyesinin olumlu etkide bulunabildiği saptanmıştır. Sadece pamukta değil, üre takviyesiyle biber bitkilerinin yüksek tuzluluktan kaynaklanması muhtemel sorunların (meyve verimi ile toplam bitki biyo-kütlesi) üstesinden gelinebileceği Kaya ve Higgs (2001) tarafından yapılan bir çalışmayla açıkça göstermektedir. Benzer şekilde Kirnak ve ark. (2005) tarafından yürütülen çalışmalarda kurak veya yarı kurak koşullarda uygun sulama ve azotlu gübreleme ile strese neden olmadan kavun yetiştiriciliği yapılabileceği de ortaya konmuştur.

## 2.3. Tarım alanlarında azottan kaynaklanan sorunlar ve çözüm yolları

Doğal yollarla toprağa geçen azot miktarı modern tarım uygulamalarından beklenen yüksek verimi karşılayacak seviyelerde değildir. Bu nedenle de bitkisel

üretimden beklenen yüksek verim için; endüstriyel yolla atmosferik azotun sentetik gübrelere dönüştürülerek kullanılmasını gerekli kılmıştır (Ribaud ve ark., 2011; Clark, 2014; Kemal ve Workie, 2015). Endüstriyel olarak elde edilen kimyasal gübreler artan dünya nüfusuna bağlı olarak, bitkisel ürün ve çeşitliliğindeki artışı karşılamada son derece önemli bir rol oynamıştır. Günümüzde kültür bitkilerinin ihtiyaç duyduğu azotun nerede ise % 50'si kimyasal gübrelere sağlanmaktadır (Kemal ve Workie, 2015). Ancak kullanılan gübreler üretim girdi maliyetlerinde önemli bir yer tutmaktadır (Yılmaz ve Gül, 2015). Diğer yandan toprağa verilen azotlu gübreler kısa zamanda yağmur ya da sulama suyu ile nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) formunda yıkanabilmekte veya amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitroz oksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ) formunda atmosfere karışarak kaybolmaktadır (Ribaud ve ark., 2011; Clark, 2014; Kemal ve Workie, 2015).

Bitkisel üretim amacıyla toprağa uygulanan azotlu gübrelere meydana gelen kayıplar, gübrelere bitkiler tarafından kullanılma etkinliğinin son derece düşük (% 10 - 50) seviyelerde kalmasına neden olmaktadır (Kemal ve Workie, 2015). Zira uygulanan gübrenin yarısından fazlası bitkiler tarafından kullanılmadan kaybolmaktadır. Azotun kültür bitkileri tarafından alınımı ve kullanım etkinliğindeki bu düşüş gübreden beklenen faydanın temin edilememesine ve ekonomik anlamda ciddi kayıpların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Ekonomik kayıp yanında yıkanarak yer altı sularına karışan azot önemli sorunlara yol açabilmekte (Ju ve ark., 2009) ve toprağın çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin bozulmasına neden olmaktadır (Aygün, 2001). Hatta azotlu gübrelere kaynaklanan bütün bu sorunlar nedeniyle, son dönemlerde dikkatler faydasından çok çevre kirliliğine etkilerine kaymıştır (Liu ve ark., 2013).

Azotlu gübrelemeden kaynaklanan bütün bu sorunlar; gübrenin alınımı, kullanım etkinliğini arttıracak, oluşan ekonomik kayıpları önleyecek ve bitkisel üretimde arzulanan verim artışını sağlayacak yeni teknolojilere olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Nitekim son dönemlerde azotlu gübrelere kullanım etkinliğini ve verimliliği artıran, çevre kirliliğini azaltan yeni gübre yönetim uygulamaları ve gübre

teknolojileri üzerinde durulmaktadır (Trenkel ve ark., 1988; Maene, 1995; Trenkel, 2010; Liu ve ark., 2013). Azot kaybını önlemek, azotlu gübrelerin kullanım etkinliğini arttırmak ve çevreye olumsuz etkilerini azaltmak için; Azotu yavaş salan gübreler, Nitrifikasyon inhibitörleri ve Üreaz inhibitörlerinin kullanılması son yıllarda en önemli seçenekler olarak karşımızda durmaktadır (Frame ve Reiter, 2013; Schwab ve Murdock, 2010).

#### 2.4. Tarım alanlarında Üreaz ve Nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanımı

Nitrifikasyon inhibitörlü azotlu gübreler; azot kayıplarını azaltması, N kullanım etkinliğini arttırması ve verim artışı sağlaması nedeniyle dikkatleri üzerine çekmektedir (Majumdar ve ark., 2002; Zaman ve ark., 2009; Cui ve ark., 2011; Moir ve ark., 2012; Zaman ve Nguyen, 2012). Nitrifikasyon inhibitörleri, *Nitrosomonas* sp. aktivitesini baskılayarak belirli bir süre (birkaç hafta veya ay)  $\text{NH}_4^+$  'ün nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )'e mikrobiyal oksidasyonunu geciktirebilmekte ve bu nedenle toprakta mikrobiyal nitrifikasyon ve daha sonra denitrifikasyonun bloke edilmektedir (Weiske ve ark., 2001; Zerulla ve ark., 2001). Yapılan çalışmalar sonucunda yüzlerce nitrifikasyon inhibitörü saptanmıştır. Ancak şu ana kadar sadece birkaç tanesi pratikte kullanılabilir. Bunlardan; dicyandiamide (DCD) ve 3,4-dimetilpirazol-fosfat (DMPP) ticari olarak yaygın olarak kullanılan bileşiklerdir (Liu ve ark., 2013). Ancak DCD ile kıyaslandığında DMPP daha etkili olduğu görülmektedir. Nitekim DCD'nin yaklaşık 1/2'si ile 1/25'i oranında DMPP kullanılarak  $\text{N}_2\text{O}$  emisyonunun ve  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasının azaltılmasında benzer bir etki oranı yakalanabilmektedir (Weiske ve ark., 2001; Belastegui-Macadam ve ark., 2003; Zaman ve Blennerhassett, 2010; Di ve Cameron, 2012).

Günümüzde tarım alanlarında yapılan üretimin bir sonucu olarak su kaynaklarının kirlenmesine neden olan nitrat kirliliği global düzeyde üstünde en fazla durulan çevre problemlerinden biridir (Di ve Cameron 2002; Di ve Cameron 2003; Liu ve ark. 2005; Elbl ve ark. 2014; Plošek ve ark. 2017). Nitrat kirliliği nedeniyle yer altı ve içme suları insanlar (Knobeloch ve ark. 2000; Chen ve ark. 2003; Fewtrell, 2004) ve hayvanlar (Li ve ark. 2008) için önemli sağlık sorunlarına yol

açabilmektedir. Ayrıca azot içeren gübrelerden kaynaklanan sera gazı (NO<sub>x</sub> , N<sub>2</sub>O) emisyonlarının azaltılması insanlığın ve çevrenin geleceği için büyük önem taşımaktadır (Rybarova ve ark., 2018). Bu nedenle çiftçiler tarafından geniş alanlarda nitrifikasyon inhibitörlerinin (Morales ve ark. 2015) ve/veya üreaz inhibitörlerinin (Musilová ve ark. 2012) kullanımı büyük önem taşımaktadır. Zira, amonyum bazlı gübreler ile birlikte nitrifikasyon inhibitörlerinin uygulanması, tarım alanlarında verimi ve azot kullanım etkinliğini artırma yanında küresel ısınma ve iklim değişikliğinin nedenleri arasında nitroz oksit (N<sub>2</sub>O) emisyonunu düşürme yönüyle de etkili bir yöntem olarak önerilmektedir (Liu ve ark., 2013).

Liu ve ark. (2013) tarafından kuzey Çin’de buğday-mısır rotasyonun altında DCD ve DMPP kaplı ürenin tarla koşullarında, kültür bitkisi verimi, kültür bitkisinin karbon (C) ve N içeriği, toprak inorganik N ve çözülmüş organik karbon (DOC Dissolved Organic Carbon) içerikleri ve N<sub>2</sub>O akışlarına etkileri yıl boyu yapılan ölçümlerle ortaya konmuştur. Üre uygulamasına göre DCD ve DMPP uygulamalarında yıllık emisyonları sırasıyla % 35 ve % 38 oranında azaltmıştır. Ayrıca, nitrifikasyon inhibitörlerinin uygulanması sonucunda, topraktaki inorganik azot ve çözülmüş organik karbon mevcudiyeti artmış ve toprakta bulunan inorganik azotun formu nitrattan amonyuma dönüşmüştür. Yıllık verim, toprak üstü bitki ağırlığı ve toprak üstü bitki aksamının azot alımı; üre uygulamasına göre DCD ve DMPP uygulamalarında sırasıyla % 8.5–9.1, % 8.6–9.7 ve % 10.9-13.2 artmıştır. Sonuçlar, buğday-mısır ekim nöbetinde nitrifikasyon inhibitörlerinin verimi ve azot kullanım etkinliğini arttırdığı ve N<sub>2</sub>O emisyonunu azalttığını göstermektedir.

Pasada ve ark. (2001) tarafından batı ve güney Avrupa’da çok farklı iklim ve toprak koşulları altında 1997-1999 yılları arasında gerçekleştirilen 136 farklı tarla denemesiyle yeni bir nitrifikasyon inhibitörü (NI) olan 3,4-dimetilpirazol fosfat (DMPP)’in farklı kültür bitkilerinde (tarla bitkileri ve meyve alanlarında) verim ve kaliteye etkisi değerlendirmiştir. Sonuçlar, DMPP'nin kültür bitkilerinde ortalama verimi (tane verimi, kışlık buğday +0.25 ton/ha, çeltik +0.29 ton/ha, mısır tane verimi +0.24 ton/ha, patates yumru verimi +1.9 ton/ha, şeker pancarında şeker verimi +0.24 ton/ha, havuç +4.9 ton/ha, kıvırcık marul +1.9 ton/ha, soğan +0.5

ton/ha, turp +4,6 ton/ha, marul +1.4 ton/ha, karnabahar +5.2 ton/ha, pırasa +1.7 ton/ha, kereviz +2.2 ton/ha) arttırabileceğini ve/veya ürünün kalitesini iyileştirebildiğini (yapraklı sebzelerde  $\text{NO}_3^-$  azalması gibi) ortaya çıkarmıştır. Bazı ürünlerde, ise kontrol (DMPP'siz gübre) uygulaması ile elde edilen verim daha az azot veya azaltılmış azot oranına sahip DMPP'li gübreyle ile elde edilmiştir. Özellikle yüksek yağış görülen, yoğun sulama yapılan ve/veya kumlu (hafif bünyeli) topraklara sahip olan bölgelerde DMPP'nin kültür bitkilerinin verimi üzerindeki olumlu etkisi daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Ancak DMPP'nin kışlık buğdayın ham protein içeriği ve ilkbaharda yetiştirilen ıspanakların toplam biyokütle verimi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu da saptanmıştır.

Zerulla ve ark. (2001) tarafından yapılan geniş kapsamlı derlemede genel olarak nitrifikasyon inhibitörleri ele alınmış ve 3,4-Dimetilpirazol fosfat (DMPP)'a özel vurgu yapılmıştır. Derlemede 3,4-Dimetilpirazol fosfat (DMPP) oldukça elverişli özelliklere sahip olan yeni bir nitrifikasyon inhibitörü olarak tanıtılmış. Bununla ilgili olarak, kapsamlı toksikoloji ve ekotoksikoloji testleri yapıldığı bildirilmiştir. Ayrıca uygulama teknik ve teknolojilerine ilişkin olarak gerekli deneylerin yapıldığı belirtilmiştir. Sonuçta hâlihazırda kullanılan nitrifikasyon inhibitörlerine kıyasla çok farklı avantajlara sahip olduğunun ortaya çıktığı belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarla en uygun nitrifikasyon inhibisyonunu elde etmek için 0.5-1.5 kg/ha uygulama oranlarının yeterli olduğuna değinilmiştir. Ayrıca, DMPP'nin  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasını önemli ölçüde azaltabildiği belirtilmiştir. Diğer yandan DMPP'nin, toprağın  $\text{CH}_4$  oksidasyonu üzerinde olumsuz bir etkisi olmaksızın,  $\text{N}_2\text{O}$  emisyonunu azaltabildiği ve DMPP içeren gübrelerin kullanımıyla kültür bitkilerinde verim artışı sağlanabildiği değinilmiştir. Sonuç olarak, DMPP kullanımı ile azotlu gübre miktarını ve azotlu gübrelerin uygulama sayılarının azaltabileceği ve diğer gübrelere göre daha yüksek verim elde etme olanağı sağladığına vurgu yapılmıştır.

Friedl ve ark. (2017) tarafından yürütülen arazi çalışmalarıyla (3,4-dimethylpyrazole phosphate) DMPP'nin  $\text{N}_2$  ve  $\text{N}_2\text{O}$  emisyonlarını azaltmak için etkinliği mera koşullarında test edilmiştir. Çalışma sonunda azot kayıplarına neden olan mineralizasyonu %70'ten fazla azaltmasına rağmen ve  $\text{N}_2\text{O}$  emisyonları azaltma

yönüyle etkili bulunamamıştır. Tarımsal açıdan önemli N<sub>2</sub> kayıplarının azaltılması, DMPP'nin artan yağış yoğunluğunun denitrifikasyon kayıpları üzerindeki etkisini hafifletme potansiyelini vurgular ve böylece yoğun yönetilen meralar için N kullanım verimliliğini artırır. Tarımsal açıdan önemli olan azotta meydana gelen kayıpların DMPP içeren gübreler tarafından önlendiğinin saptanması agronomik açıdan önemli bir sonuçtur. Yürütülen çalışmalardan elde edilen veriler DMPP'nin aşırı yağışlar nedeniyle artan denitrifikasyon sonucu oluşacak kayıpların önlenmesi açısından önemli potansiyeli olduğunu göstermektedir. Ayrıca inhibitörlü gübre yoğun olarak kullanılan meralar da N kullanım verimliliğini artırmaktadır.

Rybarova ve ark. (2018) tarafından Slovakya'da yürütülen tarla denemelerinde nitrifikasyon inhibitörleri dicyandiamide ve 1,2,4-triazole içeren azot-sülfürlü gübre ENSIN (% 26 N, % 13 S) test edilmiştir. Sonuçlara göre, 2015/2016 yılında, bir kerede uygulanan ve nitrifikasyon inhibitörleri içeren ENSIN gübresi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> oranının (toprak derinliğine bağlı olmaksızın) % 32 - 36 kadar azatlığı, 2016/2017 yılında ise gübrenin bölünmüş uygulamasının ise NO<sub>3</sub><sup>-</sup> miktarını yüzeyde % 38–62 oranında azalttığı ancak 0.3–0.6 m derinlikte % 10-14 oranında arttırdığı saptanmıştır.

Dünya genelinde en fazla kullanılan sentetik azotlu gübre kaynağı olan ürede oluşan kayıpları azaltmak için üreaz inhibitörleri de etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Çok farklı kültür bitkileri ile yapılan denemelerde azot inhibitörü ile muamele edilen gübrelerin genel olarak verimi arttırdığı saptanmıştır. Örneğin üre Agrotain veya NBPT (N-butyl thiophosphoric triamide) ile muamele edildiğinde mısır veriminin kontrole göre önemli seviyede artış gösterdiği saptanmıştır. Mısır verimi kontrole göre 87 kg/ha N uygulaması ile % 6.6 ve 115 kg/ha N uygulaması ile ise % 9.1 artış göstermiştir (Khan ve ark., 2013).

Dawar ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, agrotain ile muamele edilerek kullanılan ürenin agrotain uygulanmadan kullanılan üreye göre mısır dane verimini (% 27) ve bitki biyokütlesini (% 30) arttırdığını saptamışlardır.

Khan ve ark. (2013) tarafından yapılan bir denemde; agrotain (60 kg/ha N) uygulanan üre kontrole göre buğday da toplam biyolojik kütle ve dane verimini sırasıyla % 25.2 ve % 37.5 oranında arttırmıştır. Ancak uygulama miktarı 120 kg/ha N'a çıkarıldığında bu artışta oransal bir düşüş görülmüştür. Nitekim bitkinin toplam biyolojik kütlesi ve dane verimindeki artış sırasıyla kontrole göre % 17.4 ve % 22.6 seviyelerinde kalmıştır.

Yapılan bazı çalışmaların sonuçlarına göre sentetik kimyasallar yanında bitkisel kökenli bazı bileşiklerin de azot inhibitörü olarak iş gördüğünü ortaya çıkarmıştır. Nitekim Joshi ve ark. (2014) yaptıkları çalışmaların sonucunda neem (Yalancı Tesbih Ağacı) ağacının (*Azadirachta indica*) azot inhibitörü olarak etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Üç defa bölünerek verilen 100 kg/ha neem ile kaplanmış ürenin mısır bitkisinin gelişimini ve verimini arttırdığını saptamıştır. Neem ile kaplanmış ürenin kontrole (neem ile kaplanmamış üre) göre meydana getirmiş olan verim artışı % 6.2'ye varmaktadır.

Nitrifikasyon inhibitörleri kullanılarak tarım topraklarından N<sub>2</sub>O emisyonunun azaltılması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çok sayıda çalışma ile; nitrifikasyon inhibitörlerinin uygulanması sonucu N<sub>2</sub>O emisyonu ile beraber diğer N kayıplarının da önemli ölçüde azaltıldığı ortaya konmuştur. Chen ve ark. (1994) tarafından yürütülen bir çalışmada; ürenin nitrifikasyon inhibitörleri olmadan yapılan uygulamalarında, uygulanan azotun % 72 ila % 84'ünün pamuk tarla zeminden kaybolduğu saptanmıştır. Ancak üre asetilen, fenilasetilen ve nitrapirin ile muamele edildiğinde, oluşan azot kayıpları sırasıyla % 57, % 52 ve % 48 oranında azaltmıştır. Benzer çalışmalar farklı kültür bitkileri ve mera alanlarında da yürütülmüştür. Bu çalışmalar sonunda inhibitörlerin kullanımı ile genel olarak N<sub>2</sub>O emisyonu azaltılmıştır (Shojia ve ark., 2001; Cameron ve ark. 2007; Zamana ve Nguyen, 2012). Di ve Cameron (2003) toprağa DCD uygulandıktan 6 ay sonra N<sub>2</sub>O emisyonunun % 76 azalttığını, 3 ay sonra ise N<sub>2</sub>O akışının % 78 oranında azaldığı bildirmiştir.

Farklı araştırmacılar tarafından yürütölen çalışmalar üreaz ve nitrifikasyon inhibitörlerinin birlikte kullanılması durumunda tek başına kullanıma göre çok daha fazla yarar sağlanabileceğini göstermektedir. Nitekim her iki tip inhibitör birlikte kullanıldığında azot kaybının daha da azaldığı ve gübrenin etkinliğinin daha da arttığı saptanmıştır (Kemal ve Workie, 2015).

Zhang ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada üreyi hem üreaz hem de nitrifikasyon inhibitörleriyle beraberce muamele ettiklerinde mısır veriminin arttığını, gübre (üre) kullanımından % 30 tasarruf edildiğini ve çevrenin korunduğunu saptamışlardır. Bu bağlamda mısır verimi ve biyolojik kütlesi dikkate alındığında; NBPT ve DMPP ile beraberce muamele edilen 126 kg/ha N ile tek başına uygulanan 180 kg/ha N (kontrol) uygulaması benzer etki ortaya çıkarmıştır.

Khan ve ark. (2013) buğdayda yaptıkları bir çalışmada agrotain ve DCD kombinasyonu ile muamele edilmiş 120 kg/ha N dozda üre (süper-üre) uygulaması ile en yüksek verimi (5282 kg/ha) elde etmişlerdir. Agrotain ve DCD'nin kombinasyonu ile elde edilen üre (süper üre olarak adlandırılmıştır); kontrole göre buğday verimini 60 kg/ha N dozda % 42.9, 120 kg/ha N dozda ise % 27.6 arttırmıştır. Buğdayda en yüksek azot alımı üreaz ve nitrifikasyon inhibitörleri içeren süper üre (120 kg/ha N dozda) uygulaması ile ulaşılmıştır. Süper üre 60 kg/ha N dozda azot alımını % 45.1 oranında arttırmıştır. Bir üreaz inhibitörü olan agrotain uygulaması ise 60 kg/ha N ve 120 kg/ha N dozunda azot alımını sırasıyla % 38.0 ve % 29.2 oranında arttırmıştır. Diğer yandan genel olarak inhibitörlerin düşük dozda üre ile kullanılması (60 kg/ha N) yüksek dozda (120 kg/ha N) üre ile kullanılmasına göre etkinin daha belirgin şekilde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kısaca düşük dozlarda üre kullanılması durumunda inhibitörler daha iyi etki göstermektedir.

Jiao ve ark. (2004) tarafından yürütölen bir denemede ise NBPT ve DCD'nin beraberce uygulaması sonucunda topraktaki  $\text{NH}_4^+$  oranının % 2 ila % 53 oranında arttığı, ancak toprakta  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunu ise azaldığı ortaya konulmuştur.



Li ve ark. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada; iki yıl süren çeltik-kolza rotasyon denemesinde, geleneksel üre ile karşılaştırıldığında DMPP ile muamele edilen ürenin kullanılması durumunda toprakta ki  $\text{NH}_4^+$  konsantrasyonunu % 19.1-24.3 oranında arttırdığı,  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonun ise % 44.9-56.6 oranında azaldığı bulunmuştur.

Araştırma sonuçları nitrifikasyon ve üreaz inhibitörlerinin azot kayıplarını azaltan, kültür bitkilerinin azot kullanım etkinliğini artıran önemli bir araçlar olduğunu koymaktadır. Ancak, inhibitörler arasında bitki verimi ve çevreye etki yönüyle büyük farklılıklar görülebildiği de unutulmamalıdır (Abalos ve ark., 2014). Diğer yandan tarla koşullarında gerçekleştirilen çalışmalar nitrifikasyon inhibitörlerinin büyük oranda çevre koşullarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Menéndez ve ark., 2012). Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan araştırma sonuçları nitrifikasyon inhibitörlerinin etkinlik yönüyle; uygulama oranı, uygulama zamanı ve kullanılan nitrifikasyon inhibitörleri, kullanım şekli, ekolojik koşullara vb. faktörlere bağlı olarak büyük değişkenlik gösterdiği saptanmıştır (Barth ve ark., 2008; Verma ve ark., 2008; Zaman ve Blennerhassett, 2010; Zaman ve Nguyen, 2012). Bu çerçeveden yapılan araştırma sonuçlarına göre; başta sulama olmak üzere arazi kullanımı, uygulanan inhibitörler ve bunların kullanım zamanları (Sanz-Cobena ve ark., 2012), yağış ve sıcaklık başta olmak üzere iklim koşulları (Shepherd ve ark., 2012) ve toprak nemi, pH, toprak tekstürü, organik karbon ve mineral N miktarı vb. toprak özelliklerine (Barth ve ark., 2001; Shepherd ve ark., 2012) bağlı olarak inhibitörlerin etkinliğinde büyük farklılıklar gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki araştırma sonuçları dikkate alındığında; çalışmanın gerçekleştirildiği kurak, yarı-kurak bölge koşullarında nitrifikasyon inhibitörünün pamuk bitkisinin azot içeriği ve kütlü verimi üzerine etkisinin test edilmesi, insan ve çevre sağlığı ile bölge çiftçisi ve ülke ekonomisi açısından önem taşımaktadır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Tarla Denemesinin Kurulduğu Yer

Tarla koşulları altında kurulan deneme Mardin iline bağlı Derik ilçesinde 2018 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı ilçede yoğun olarak pamuk üretimi yapılan bir bölgeden seçilmiştir. Deneme alanı, Derik ilçesinin Köseveli mahallesi civarında  $37^{\circ}11'30.5''N$  (Kuzey enleminde) ve  $40^{\circ}13'35.0''E$  (Doğu boylamında) yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Tarla denemesinin kurulduğu yerin konumu

### 3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Tarla denemesinin kurulduğu yer olan Mardin ili genel olarak yarı kurak, az nemli genel olarak kış mevsiminde su fazlası olan bir iklim yapısına sahiptir (Anonim, 2018b). Mardin iline ait uzun yıllar bazı iklim verileri incelendiğinde; yıllık ortalama sıcaklığın 16.1 °C olduğu, yıllık ortalama yağış miktarının ise 663.6 mm olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).

Mardin ilinde iklim üzerinde hem kuzeydeki yüksek dağların hem de güneydeki çöl ikliminin etkisi görülmektedir. Bu coğrafik konumun bir sonucu olarak kış döneminde oluşan yüksek basınç alanı nedeniyle, kış ayları soğuk geçerken, yüksek dağların serin hava kütlelerinin bölgeye girişini engellemesi nedeniyle yaz ayları çok sıcak geçmektedir. Dolayısıyla bölgede karasal iklimin tipik özelliği görülür (Anonim, 2016). Mardin ili bu özellikleri ile bitkisel üretim için uygundur. Araştırma alanını oluşturan Derik ilçesi ise Akdeniz iklimi ile karasal iklimin ortak özelliklerini göstermektedir. Derik ilçesinde genel olarak kış ve bahar aylarında yağış düşmekte yaz ayları ise kurak geçmektedir. Derik ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 16.1°C olup yıllık ortalama yağış miktarı 613 mm'dir. Dolayısıyla bu ilçelerde oluşan mikroklima özelliği Derik ilçesini (Nusaybin ve Savur ilçeleri gibi) pamuk, fındık ve zeytin gibi ürünlerin yetişmesi için oldukça uygun hale getirmektedir.

### 3.1.3. Tarla Denemesi Kurulan Alanın Toprak Özellikleri

Tarla denemesi kurulmadan önce deneme alanından alınan toprak örneğinin analizi sonucunda elde edilen veriler (toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri) Çizelge 3.2.'de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde deneme alanında toprağın killi-tınlı bünyeye sahip olduğu ve alkali karakter gösterdiği görülmektedir. Deneme alanında tuzluluk ile ilgili bir problem bulunmamaktadır. Topraklar orta düzeyde organik madde ve kireç içermektedir. Arazide bitkiye yararlı besin maddelerinden yeterli düzeyde fosfor ve potasyum bulunmaktadır.

Çizelge 3.1. Mardin İline Ait Uzun Yıllar İklim Verilerine İlişkin Ortalama Değerler (1940 - 2017) (Anonim, 2018c)

AYLAR	Sıcaklık (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)	Güneşlenme Süresi (saat)	Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Top. Yağış Miktarı (mm)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	3.1	5.7	0.5	4.4	11.8	117.0	19.4	-13.4
Şubat	4.1	7.1	1.3	5.1	10.6	103.9	19.5	-14.0
Mart	7.9	11.4	4.5	6.0	11.5	97.6	27.5	-11.7
Nisan	13.5	17.2	9.6	7.3	10.3	82.5	33.6	-5.3
Mayıs	19.5	23.8	14.9	9.7	7.2	43.5	35.4	2.6
Haziran	25.7	30.5	20.1	12.1	1.4	4.1	40.0	5.0
Temmuz	30.0	34.9	24.4	12.4	0.4	1.3	42.5	11.8
Ağustos	29.7	34.6	24.6	11.5	0.2	0.5	42.0	12.8
Eylül	25.2	30.0	20.7	10.2	0.7	1.9	39.3	8.0
Ekim	18.4	22.7	14.5	7.7	5.1	32.2	35.6	-2.5
Kasım	10.9	14.4	8.0	5.9	7.5	70.3	26.1	-9.5
Aralık	5.3	8.0	2.7	4.4	10.7	108.8	22.7	-11.9
<b>Yıllık</b>	<b>16.1</b>	<b>20.0</b>	<b>12.2</b>	<b>96.7</b>	<b>77.4</b>	<b>663.6</b>	<b>42.5</b>	<b>-14.0</b>

Çizelge 3.2. Tarla Denemesi Kurulan Alanın Toprak Özelliklerine İlişkin Analiz Sonuçları

Analiz	Birim	Ölçüm değeri	Sonuç
Su il doy.	%	57.35	
Bünye			Killi-tınlı
Toplam Tuz	%	0.11	tuzsuz
pH		8.23	alkali
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	%	14.86	Orta kireçli
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg/da	7.79	yeterli
Fosfor P	ppm	13.6	yüksek
Organik madde	%	2.27	orta
Potasyum (K <sub>2</sub> O)	kg/da	94.38	yeterli
Azot	%	0.359	

### 3.1.4. Araştırmada Kullanılan Pamuk Çeşidi ve Özellikleri

Tarla denemesinde, MAY tohumculuk Firmasına ait “MAY ST 468” pamuk (*Gossypium hirsutum*L.) çeşidi kullanılmıştır. Adaptasyon kabiliyeti çok yüksek olan çeşit kuraklığa yüksek dayanım göstermektedir. Dolayısıyla kullanılan çeşit araştırma alanının iklim koşullarına uygundur. Orta erkenci bir çeşit olan ST 468’in yaprakları tüylü olup beş çenetli koza oranı %70-75’tir. Kozalar orta büyüklükte ve bin tohum ağırlığı 106 gramdır. Verimli bir çeşit olup iyi lif kalite özelliklerine sahiptir. Çeşit *Verticillium* (*Verticillium dahliae* Kleb.) ve *Fusarium* [*Fusarium*

*oxysporum* f.sp. *vasinfectum* (Fov)]’dan kaynaklanan çökerten hastalıklarına karşı toleranslıdır. Hasat döneminde meydana gelebilecek fırtına veya yağmurdan dolayı lüleler dökme yapmaz, makineli hasada uygundur (Anonim, 2018d).

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Tarla Denemesinin Kuruluşu, Kapsamı ve Deneme Tekniği

Deneme alanında tarlanın pamuk ekimine hazırlanması için öncelikle sonbaharda toprak 20-25 cm derinden pulluk ile sürülmüş, tarla toprak tavı da iken tarla kışın tekrar sürülmüştür. İlkbaharda tohum yatağı hazırlanmış ve ekim işlemine geçilmiştir. Ekim işlemi 03.06.2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesi tohumların çıkışını hızlandırmak için ekimden birkaç saat önce tohumları ıslatılmış ve ıslatılan tohumlar yaklaşık olarak 3-4 cm derinliğe ekilmiştir.

Ekim işlemi sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde mekanik ekici ayaklara sahip bir mibzerle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2.). İlk fide çıkışları ekimden yaklaşık 7-10 gün sonra gerçekleşmiştir. Ekim işlemi takiben deneme alanında parselizasyon yapılmıştır (Şekil 3.3.). Denemede her parselde 4 pamuk sırası bulunacak şekilde, parsel boyutları 2.80 m x 6 m = 16.8 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır. Herhangi bir etkileşimin olmaması için deneme alanında parseller arasında 1,5 m ve blok arasında 2 m mesafe bırakılmıştır.

Ekim işlemi tamamlandıktan sonra deneme alanında bitkilerin normal gelişmelerinin sağlanması amacıyla bitkiler yaklaşık 3-4 yapraklı (yaklaşık 10cm boyda) olduğu dönemde seyreltme ve tekleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4.). Su azot ile beraber pamuğun gelişimi için son derece büyük öneme sahiptir (Güleryüz ve ark., 1996). Daha önce Kanber ve Turhan (1980) ile Kanber ve ark. (1992) tarafından yapılan çalışmalar da dikkate alınarak deneme parselleri (özellikle kurak geçen yaz aylarında) yaklaşık 10-15 gün aralıkla (toplam 10 kez) sulanmıştır. Sulama işlemi deneme alanında kurulan sabit bir yağmurlama sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6.). Sulama tarihleri Çizelge 3.3.’de yer almaktadır.

Deneme alanı hastalık ve zararlılar yönüyle de sürekli kontrol altında tutulmuştur. Vejatesyon süresi yapılan kontroller doğrultusunda Yeşil Kurt [*Helicoverpa armigera* (Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae)] ve Beyaz Sinek [*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)] zararlıları ile mücadelede 50 g/l Lambda-cyhalothrin [Lamdex® 50 CS (Adama, Turkey), 150 ml/da] ve % 20 Acetamiprid [SPECTOR 20 SP (MENTA Tarım), 40 gr/da dozda] etkili madde içeren insektisitler kullanılmıştır. Toplam 4 kez yapılan insektisit uygulamalarına ilişkin tarihler Çizelge 3.3.'te yer almaktadır.

Deneme alanında yabancı otlarla mücadele ve toprağın havalandırılması, uygulanan üst gübrenin karıştırılması ve yabancı ot mücadelesi amacıyla toplam 3 kez traktör ve 1 kez de elle çapalama yapılmıştır (Çizelge 3.3.). Ayrıca deneme süresince daha sonra çıkan yabancı otlar ve parsel ile blok araları elle yolunmak suretiyle sürekli otsuz tutulmuştur (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4.).

Denemede uygulanan bütün gübreler bölgede çiftçiler tarafından geleneksel olarak yapılan uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5.). Bu çerçeveden denemede ekim ile beraber 8 kg/da saf azot içeren (DAP; 18: 46) uygulanmıştır.

Deneme alanında uygulanan azot ise; dekara 22 kg saf azot gelecek şekilde ekimle beraber uygulanmıştır. Azotun geri kalan kısmı (14 kg/da) ise (bitkiler 8- 10 yapraklı iken kontrol parseline) ilk üst gübre uygulanmış ve arazi yağmurlama sulama sistemi kullanılarak sulanmıştır. Daha sonra Azot İnhibitörlü gübrelemenin ikinci üst gübre uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.2.).





Şekil 3.2. Deneme arazisinde mibzerle tohumların ekimi





Şekil 3.3. Arazide bitkilerin çıkışı ve deneme alanının parselizasyonu



Şekil 3.4. Arazide bitkilerin çıkışı ve deneme alanının parselizasyonu



Çizelge 3.3. Deneme alanında yapılan bazı işlemler ve tarihleri

Yapılan işlem	Yapılan işlem sayısı	Tarih
Ekim		- 03.06.2018
Seyretme ve tekleme	1 kez	- 24.06.2018
Yağmurlama sulama	10 kez	03.06.2018, 24.06.2018, 06.07.2018, 12.07.2018, 24.07.2018, 04.08.2018, 14.08.2018, 24.08.2018, 05.09.2018, 18.09.2018
Pestisit uygulamaları	2 kez	- 12.07.2018 Beyaz Sinek - 20.08.2018 Yeşil Kurt - 20.08.2018 Beyaz Sinek - 05.09.2018 Yeşil Kurt
Çapalama	4 kez	- 20.06.2018 (traktör çapası) - 30.06.2018 (elle, ot çapası) - 12.07.2018 (traktör çapası, 1. üst gübreden sonra) - 04.08.2018 (traktör çapası, 2. üst gübreden sonra)
Gübreleme	3 kez	- 03.06.2018 - DAP Taban Gübresi - 12.07.2018 - 1. Üst gübre - 04.08.2018 - 2. Üst gübre
Hasat	1 kez	- 20.10.2018



Şekil 3.5. İlk üst gübrenin arazide tartılarak uygulanması





Şekil 3.6. İlk üst gübre uygulanmasını takiben arazinin yağmurlama sulama sistemi ile sulanması



Şekil 3.7. Toprak yüzeyine uygulanan 2. üst gübreleme

Deneme alanında kullanılan gübreler ve uygulanma zamanları Çizelge 3.4.'de yer almaktadır. Denemede kullanılan inhibitörlü gübrenin genel özellikleri ise Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

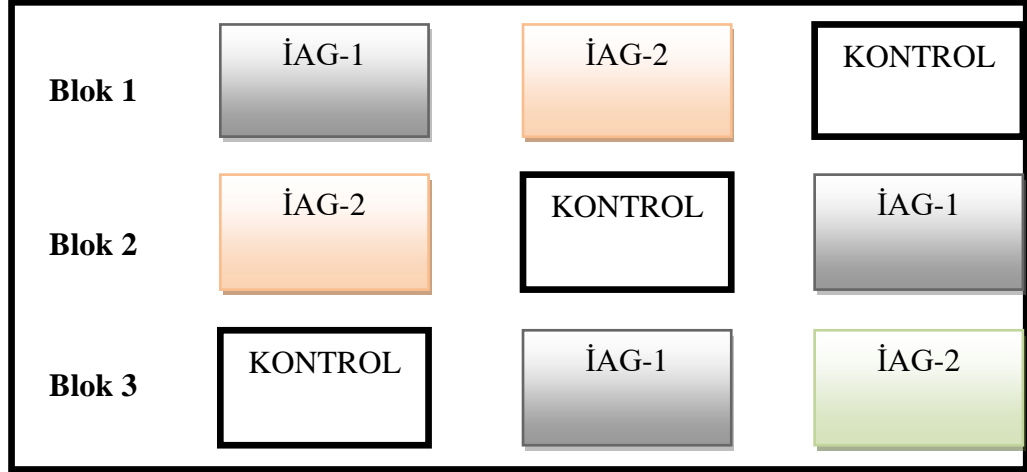
Çizelge 3.4. Denemede yer verilen azotlu gübre uygulamaları

Uygulama	Uygulanan saf azot miktarı	Uygulama Zamanı
DAP	8 kg/da	Ekimle beraber; 03.06.2018
İnhibitörlü Azot Gübreleme (İAG-1)	3,5 kg/da	İlk Üst Gübreleme; 08.07.2018 İkinci Üst Gübreleme; 19.08.2018
İnhibitörlü Azot Gübreleme (İAG-2)	7 kg/da	İlk Üst Gübreleme; 08.07.2018 İkinci Üst Gübreleme; 19.08.2018
Kontrol	14 kg /da	İlk Üst Gübreleme; 08.07.2018 İkinci Üst Gübreleme; 19.08.2018

Çizelge 3.5. Uygulanan inhibitörlü gübrenin genel özellikleri

Gübrenin ticari ismi	Üretici firma	Gübre içeriği	Gübrenin genel özellikleri
Stable N-36	DOĞATECH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• %36 Azot (N) :</li> <li>• % 8DMPB İnhibitörlü Amonyum Azotu</li> <li>• % 28Üre Azotu (DMPB İnhibitörlü)</li> <li>• % 24 Kültür Trioksit</li> <li>• % 0,45DMPB</li> </ul>	Bileşiminde Azot inhibitörü (DMPB) bulunur. Toprak sıcaklığı ve pH'ya bağlı olarak Amonyumun nitrifikasyonunu 4 ila 8 hafta geciktirir. Bu nedenle azotun kayıplarını (gaz ve yıkanma) engeller (Anonim, 2018f).

Tarla denemesi tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş olup parsellerin yerleşim desenine Şekil 3.8.'de yer verilmiştir.



Şekil 3. 8. Tesadüf blokları deneme desenine göre uygulanan tarla denemesinde parsellerin yerleşim planı  
 İAG-1: İnhibitörlü Azot Gübreleme 1. doz (3,5 kg/da)  
 İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübreleme 2. doz (7 kg/da)  
 Kontrol: 14 kg /da

### 3.2.2. Yapılan Gözlemler, Ölçümler, Tartımlar, Analizler ve Bitkilerin Hasadı

Parsellerde kenar tesirini ortadan kaldırmak için hasat işleminde parsellerin her iki kenarlarından birer sıra ve parsel başı ve sonundan ise birer metre bırakılmıştır. Bu şekilde hasat parseli oluşturulmuştur. Gözlem, ölçüm, tartım ve analiz amacıyla örnek alınması işlemi de bu alanda gerçekleştirilmiştir. Parseldeki (kenar tesiri hariç) bitkiler elle hasat edilmiştir. Bitkilerin hasadı 20.10.2018 tarihinde yapılmıştır. Deneme alanında yapılan gözlem, ölçüm, tartım ve analizlerde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

**Klorofil içeriği:** Her parselde 2 farklı dönemde (29.08.2018 ve 01.10.2018) 2 sıra bitkiden rast gele seçilmiş 3 yaprakta SPAD cihazı ile klorofil içeriği belirlenmiştir. SPAD okumaları için yaprak örneklerinin alınması Şekil 3.9.'da görülmektedir.

**Bitkide toplam azot miktarı:** Toplam azot miktarının belirlenmesi amacıyla 14.10.2018 tarihinde her parselden 4 tekerrür olacak şekilde 30 bitki örneği alınmıştır. Örneklerde toplam azot miktarı Kjeldahl yaş yakma yöntemi esas alınarak belirlenmiştir.



**Bitki Biyokütesi (g/bitki):** Gübre uygulamalarının bitkilerin gelişimine etkisini belirlemek için her parselden (bitkiler koza döneminde iken) 3 bitki kök boğazından kesilmiştir. Kesilen bitkiler hassas terazi ile tartılarak toprak üstü organlarının toplam yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra bu bitkiler etüvde 65 °C de kurutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.10.).

**Kütlü verimi (kg/da):** Parsellerde bulunan pamuklar kütlü olarak hasat edilerek toplam parsel kütlü verimi belirlenmiştir. Daha sonra parsel büyüklüğü dikkate alınarak dekara verim değerleri hesaplanmıştır. Deneme alanında hasada gelen pamuk bitkileri ve pamuk hasadı Şekil 3.11.'de görülmektedir.



Şekil 3.9. SPAD okumaları için yaprak örneklerinin alınması





Şekil 3.10. Yaş ve kuru ağırlık için alınan pamuk örnekleri, örneklerin yaş ağırlığının alınması ve kuru ağırlık almak için etüvde 65°C'de kurutulan bitkiler





Şekil 3.11. Deneme alanında pamuk hasadının elle yapılması

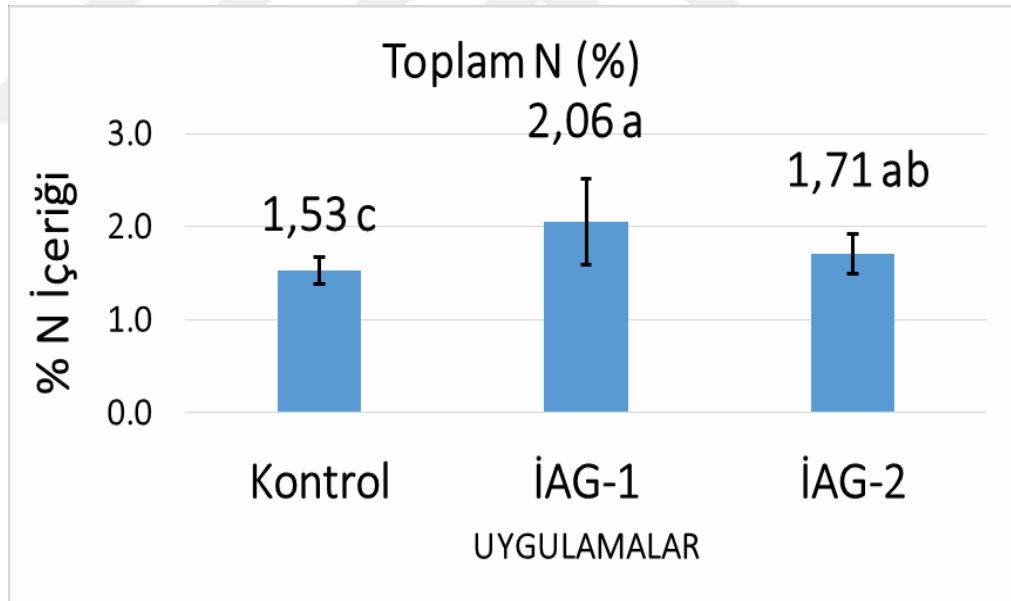
### 3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar % 5 önem seviyesinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. İnhibitörlü Azotlu Gübrenin Pamuk Bitkisinin Azot İçeriğine Etkisi

Tarla denemesinde farklı dozlarda uygulanan inhibitörlü azotlu gübrelerin yapraklardaki azot miktarına etkisi ile ilgili olarak yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak ( $P<0.05$ ) değerlendirilmiş ve istatistiki olarak farklılığın önemli seviyede olduğu saptanmıştır. Daha sonra ortalamalar karşılaştırılmıştır (Şekil 4.1.). Kontrole göre inhibitörlü gübrenin kullanılan her iki dozunda da pamuk bitkisinin yapraklarında azot içerikleri yönüyle bir artışa neden oldukları görülmektedir. İnhibitör uygulamasının 1. dozunda (3.5 kg/da) kontrole göre azot oranındaki artış % 34.6 olarak belirlenirken, inhibitör uygulamasının ikinci dozundaki artış ise %11.8 seviyesinde bulunmuştur (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Tarla denemesinde farklı uygulamalara göre yapraklarda toplam azot içerikleri

Kontrol: Nitrifikasyon inhibitörü uygulamamış muamele

İAG-1: İnhibitörlü Azot Gübreleme 1. doz (3,5 kg/da)

İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübreleme 2. doz (7 kg/da)

\* Grafikte bar üstündeki farklı harfler uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olduğunu gösterir ( $P=0.05$ )



Daha önce yapılan çok sayıda çalışma ile; nitrifikasyon inhibitörlerinin amonyumu nitrata okside eden *Nitrosomonas* spp. bakterilerini baskılayarak nitrifikasyon işlemini (birkaç hafta veya ay) geciktirdikleri ortaya konulmuştur (Weiske ve ark., 2001; Zerulla ve ark. 2001; Kemal ve Workie, 2015). Bunun bir sonucu olarak nitrifikasyon inhibitörlerinin kullanılmasıyla, nitrifikasyon işleminin geciktiği ve bunun farklı kültür bitkilerinde azot kullanım etkinliğini arttırdığı belirtilmektedir (Majumdar ve ark., 2002; Zaman ve ark., 2009; Cui ve ark., 2011; Moir ve ark., 2012; Zaman ve Nguyen, 2012). Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi pamuk tarımında da ürenin nitrifikasyon inhibitörleri olmadan uygulanması durumunda, azotun % 72 ila % 84'ünün pamuk tarla zeminden kaybolduğunu, inhibitörlerin kullanımı ile bu kayıpların yaklaşık %50 oranında azaltılabildiği saptanmıştır (Chen ve ark.,1994).

Çalışmada kullanılan Stable N-36'da DMPB İnhibitörlü bir ürün olup nitrifikasyonu 4-8 hafta geciktirdiği bildirilmektedir (Anonim, 2018f). Dolayısıyla inhibitörlü gübre uygulanan parsellerde nitrifikasyonun gecikmesi nedeniyle azotlu gübre kaybının azaldığı, bunun bir sonucu olarak da pamuk yapraklardaki azot artışının gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla denemeden elde edilen bulgular bu yönüyle daha önce yapılan çalışmalar ile uyum içindedir.

Çalışma sonunda düşük dozda inhibitörlü gübre kullanılması yüksek doza göre bitkinin azot içeriğinde daha fazla artışa neden olmuştur. Khan ve ark. (2013) inhibitörlerin düşük dozda üre ile kullanıldıklarında, yüksek dozda üre ile kullanılmalarına göre, daha belirgin bir şekilde etki gösterdiğini belirtmektedir. Dolayısıyla düşük dozda inhibitörlü gübre kullanılan muamelede azot içeriği yönüyle en yüksek değerlere ulaşılması, inhibitörün düşük dozda daha iyi etki gösterdiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

#### **4.2. İnhibitörlü Azotlu Gübre Uygulamasının Pamukta SPAD Değerlerine Ekisi**

Tarla denemesinde farklı dozlarda uygulanan inhibitörlü azotlu gübrelerin kontrole göre pamuk yapraklarında klorofil içeriğine etkisinin belirlenmesi için

vejetasyon boyunca 2 kez SPAD okumaları gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge 4.1. incelendiğinde ilk okumada inhibitörlü gübrenin klorofil içeriğinde kontrole göre düşük düzeyde bir artışa neden olduğu görülmektedir. Sonuçta klorofil içerikleri yönüyle (SPAD ölçümleri) geleneksel ve inhibitörlü gübreler arasında görülen bu farklılıklar istatistiki olarak ( $P<0.05$ ) önemli seviyede bulunmamıştır.

Çizelge 4. 1. Tarla denemesinde farklı uygulamaların pamuk yapraklarında klorofil içeriğine (SPAD değerleri) etkisi

	<b>Pamuk yapraklarında ortalama klorofil içeriği (1. okuma-SPAD değerleri)</b>	<b>Pamuk yapraklarında ortalama klorofil içeriği (2. okuma-SPAD değerleri)</b>
Kontrol	67,96*	74.43*
İAG-1	68.40	74.30
İAG-2	70.26	73.20

Kontrol: Nitrifikasyon inhibitörü uygulamamış muamele

İAG-1: İnhibitörlü Azot Gübreleme 1. doz (3,5 kg/da)

İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübreleme 2. doz (7 kg/da)

\*Aynı sütünde yer alan uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P=0.05$ )

Pamuğun toplam azot içeriğindeki artışın bir sonucu olarak inhibitörlü gübre uygulamalarının bitkide klorofil içeriğini de arttırması beklenebilir. Zira yapraktaki klorofil içeriğinden bitkide ki azot miktarının belirlenmesinde yararlanılmakta (Gargin, 2011) ve bitkide azot miktarı arttıkça genel olarak yapraklardaki klorofil miktarında bir artış olması beklenmektedir (Gardiner ve Miller, 2008). Ancak toplam azot miktarındaki artışın klorofil içeriğine yansımadağı, fakat bitkinin vejetatif gelişiminin arttığı görülmektedir (Çizelge 4.2.). Bu durumun çalışma alanının ekolojik koşulları, ekim tarihinde meydana gelen gecikme ve/veya pamuk çeşidi vb sebeplerle gerçekleşmiş olabileceği kanaatine varılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da inhibitörlerin ekolojik koşullara bağlı olarak etkide farklılık gösterdiği belirtilmektedir (Abalos ve ark., 2014).

### 4.3. İnhibitörlü Azotlu Gübrenin Pamuk Bitkisinin Yaş ve Kuru Ağırlıklarına etkisi

Tarla koşulları altında farklı dozlarda uygulanan normal ve azot inhibitörlü gübrelerin pamuk bitkilerinin yaş ve kuru ağırlıklarına etkisinin ortaya konması amacıyla alınan bitki örneklerinin tartımı ile elde edilen veriler istatistiksel olarak  $P<0.05$  önem seviyesinde karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. incelendiğinde nitrifikasyon inhibitörlü gübrenin kullanılan her iki dozundan da pamuk bitkisinin gerek yaş ve gerekse kuru ağırlıkların da (kontrole göre) artışa neden olduğu görülmektedir. Gerek yaş ve gerekse kuru ağırlık yönüyle inhibitörlü gübrenin 2. doz (7 kg/da) uygulamasıyla en yüksek ağırlıklara ulaşılmıştır.

İnhibitörlü gübrenin 1. dozu kontrole göre bitkilerin toprak üstü yaş ağırlığında yaklaşık olarak % 35.4 artışa neden olurken, inhibitörlü gübrenin 2. dozunda bu artış % 72.2 seviyesinde kalmıştır.

Pamuk yaş ağırlıklarıyla kıyaslandığında, inhibitörlü gübre uygulamasıyla pamuğun kuru ağırlıklarında çok daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. İnhibitörlü gübre kullanımıyla (her iki dozda da); pamukta toprak üstü bitki aksam ağırlıkları kontrolün yaklaşık iki katına ulaşmıştır. Bu etki istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

İnhibitörlü gübre uygulamasının 1. dozunda (3.5 kg/da) pamuk bitkisinin kuru ağırlığındaki artış (kontrole göre) yaklaşık % 94.0 olarak belirlenirken, ikinci dozdaki (7 kg/da) artış %108.6 seviyesinde gerçekleşmiştir. Ancak kuru ağırlık yönüyle inhibitörlü gübre dozları arasında görülen bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Nitekim da her iki gübre dozu aynı grupta yer almaktadır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.2.Tarla denemesinde farklı uygulamaların pamuk yaş ve kuru ağırlığına etkisi

	Ortalama pamuk yaş ağırlıkları (g/bitki)	Ortalama pamuk kuru ağırlıkları (g/bitki)
Kontrol	511 c*	116 b
İAG-1	692 b	225 a
İAG-2	880 a	242 a

Kontrol: Nitrifikasyon inhibitörü uygulamamış muamele

İAG-1: İnhibitörlü Azot Gübreleme 1. doz (3,5 kg/da)

İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübreleme 2. doz (7 kg/da)

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olduğunu gösterir (P=0.05)

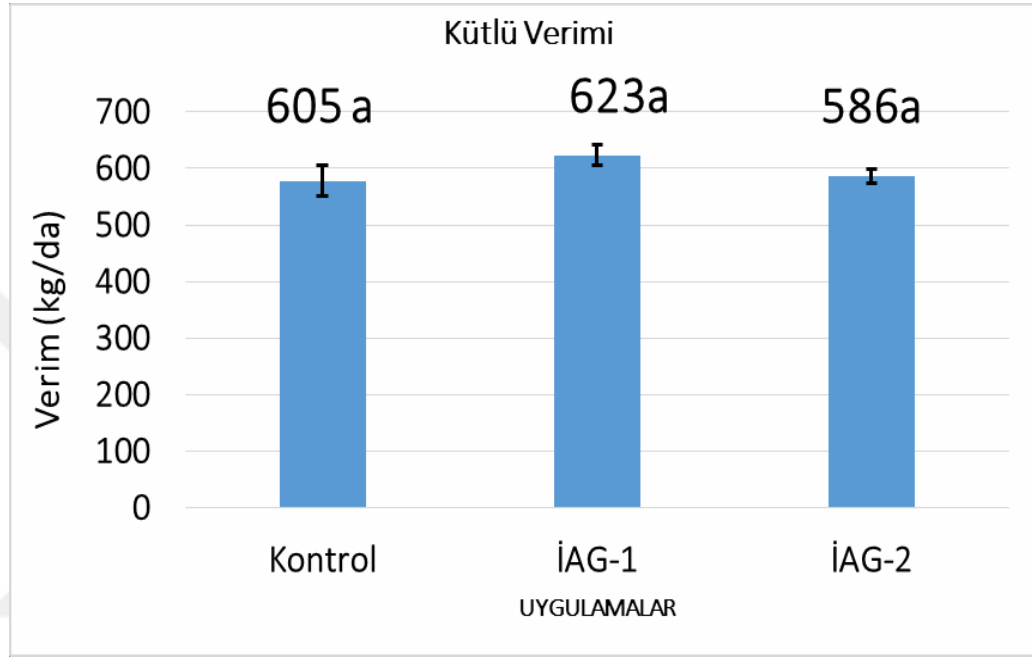
NBPT (N-butyl thiophosphoric triamide) gibi azot, DCD (dicyandiamide ) ve DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) gibi nitrifikasyon inhibitörlerinin; azotlu gübre kayıplarını azalttığı, azot kullanım etkinliğini arttırdığı ve dolayısıyla farklı kültür bitkilerinde verim artışı sağladığı çok farklı araştırmalarla ortaya konulmuştur (Di ve Cameron, 2002; Di ve Cameron, 2004; Arregui ve Quemada, 2006; Arregui ve Quemada, 2008; Roco ve Blu, 2006; Sanz-Cobena ve ark., 2012; Liu ve ark., 2013; Khan ve ark., 2013; Friedl ve ark., 2017). Bu kayıpların önlenmesi suretiyle aralarında pamuğun da bulunduğu çok farklı kültür bitkilerinde bitki gelişiminin teşvik edildiği, bitki biyokütlesini arttığı ve verim artışının sağlandığı tarla denemeleriyle ortaya konulmuştur (Frenay ve ark., 1993; Pasada ve ark., 2001; Hu ve ark., 2014).

Denemede kullanılan inhibitörlü gübrenin de azot nitrifikasyonunu 4-8 hafta geciktirerek azot'un gaz ve yıkanma şeklinde kayıplarını önlediği belirtilmektedir (Anonim, 2018f). Dolayısıyla azot kaybında meydana gelen düşüşün bir sonucu olarak pamuk bitkisinin azot alım etkinliğinin de bir artışın meydana geldiği ve bunun pamuk bitkisinin yaş ve kuru ağırlığında etkisini gösterdiği kanaatine varılmıştır.

#### 4.4. İnhibitörlü Azotlu Gübrenin Pamuğun Kütlü Verimine Etkisi

Tarla denemesinde farklı dozlarda uygulanan normal ve azot inhibitörlü gübrelerin pamuk bitkisinin kütlü verimine etkisini belirlemek için deneme sonunda

kütlü pamuk toplanarak verim değerleri alınmıştır. Uygulamaların genel ortalamaları incelendiğinde pamuk yapraklarının azot içeriğinde olduğu gibi en yüksek ortalama kütlü verim değerine 3,5 kg/da DMBP içeren gübre ile ulaşıldığı saptanmıştır (Şekil 4.2.). Ancak yapılan istatistiksel analizler sonucunda elde edilen kütlü verim değerleri arasında istatistiksel ( $P<0.05$ ) olarak bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.2. Tarla denemisinde farklı uygulamalara göre toplam kütlü verim  
 Kontrol: Nitrifikasyon inhibitörü uygulamamış muamele  
 İAG-1: İnhibitörlü Azot Gübreleme 1. doz (3,5 kg/da)  
 İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübreleme 2. doz (7 kg/da)  
 \* Uygulamalar arasındaki istatistiksel olarak önemli ( $P=0.05$ ) bir farklılık bulunmamıştır

Çalışma ile kullanılan inhibitörlü gübrenin pamuk bitkisinin azot alım etkinliğinde bir artışa neden olduğu, bunun bir sonucu olarak bitkinin toplam azot içeriği ile toprak üstü bitki aksamının yaş ve kuru ağırlığında artışta sebep olduğu saptanmıştır (Şekil 4.2. ve Çizelge 4.2.). Ancak bu durum yapraklardaki klorofil içeriğinde (SPAD değerleri) ve kütlü pamuk veriminde ortaya çıkmamıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da inhibitörlerin ekolojik koşullara bağlı olarak etkiye farklılık gösterebildiği belirtilmektedir (Abalos ve ark., 2014). Dolayısıyla bu

durumun çalışma alanının ekolojik koşulları, ekim tarihinde meydana gelen gecikme ve/veya pamuk çeşidi vb sebeplerle gerçekleşmiş olabileceği kanaatine varılmıştır.



## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Tarla denemesi şeklinde yürütülen çalışma ile temel olarak aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır. Denemeden elde edilen sonuçlara göre:

i. İnhibitörlü azotlu gübre (Stable N-36) pamukta toplam azot içeriğini arttırmıştır. 3.5 kg/da dozda uygulanan inhibitörlü gübre kontrole (üre) göre pamuk azot içeriğini % 34.6 oranında arttırırken, 7 kg/da dozda uygulandığında bu artış %11.8 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla inhibitörlü gübre kullanımıyla pamuğun gübre kullanım etkinliğinde artış sağlanmıştır.

ii. SPAD ölçümleri sonucunda, inhibitörlü gübre ile üre arasında klorofil içerikleri yönüyle istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

iii. Nitrifikasyon inhibitörlü gübre kullanılan her iki dozundan da pamuk bitkisinin (toprak üstü aksamı) yaş ve kuru ağırlıkların da kontrole göre (üre) artışa neden olmuştur. İnhibitörlü gübrenin denemede kullanılan 3.5 kg/da ve 7 kg/da dozları kontrole göre sırasıyla; pamuk bitkilerinin yaş ağırlıklarında %35.4 ve % 72.2, kuru ağırlıklarında ise % 94.0 ve %108.6 oranında artışa neden olmuştur.

iv. Tarla denemesinde farklı dozlarda uygulanan azot inhibitörlü gübre ile ürenin pamuk bitkisinin kütlü verimine etkisi arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır.

### 5.2. Öneriler

İnhibitörlü gübre pamuk bitkisinin azot alım etkinliğinde bir artışa neden olduğu, bunun bir sonucu olarak bitkinin toplam azot içeriği ile toprak üstü bitki aksamının yaş ve kuru ağırlığında artışta sebep olduğu saptanmıştır. Bu yönüyle gübrenin pamuk tarımında önerilmesi uygun görülmektedir. Ancak yapraklardaki

klorofil içeriğine (SPAD değerleri) ve kütlü pamuk verimine ise inhibitörlü gübrenin istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda inhibitörlü gübrelerin ekolojik koşullara, uygulama zamanına, kültür bitkilerine, uygulanan ekim sistemine, uygulama dozuna bağlı olarak etkide farklılık gösterebildiği bildirilmektedir.





## KAYNAKLAR

- ABALOS, D., JEFFERY, S., SANZ-COBENA, A., GUARDIA, G., and VALLEJO, A. (2014). Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 189, 136–144.
- ALTINKAYA, R., 2009, Farklı pix ve azot dozlarının pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerine etkisi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83s. [http://adudspace.adu.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11607/1118/3/remzi\\_alt%C4%B1nkaya\\_tez.pdf](http://adudspace.adu.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11607/1118/3/remzi_alt%C4%B1nkaya_tez.pdf)
- ANONİM, 2012. Pamuk Yetiştiriciliği ve Tarımı! <https://www.turktob.org.tr/en/pamuk-yetistiriciligi-ve-tarimi/4912>
- ANONİM, 2016. Mardin iklimi. <http://www.mardin.gov.tr/iklimi>
- ANONİM, 2017. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikler. <http://www.tuik.gov.tr>
- ANONİM, 2018. 2017 Yılı Pamuk Raporu. T.C. Gümrük Ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06c80ddee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf>
- ANONİM, 2018b. Mardin ilinin Farklı Sistemlere Göre İklimsel Sınıflandırmaları. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=MARDIN>
- ANONİM, 2018c. Mardin ili iklim verileri. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MARDIN>
- ANONİM, 2018d. MAY-ST 468 Pamuk Çeşidi. <http://www.may.com.tr/urun/st468>
- ANONİM, 2018f. Azot inhibitörlü gübre Doğatech Stable N-36. <http://dogatech.com.tr/urun/azot-inhibitorlu-gubreler-8.html>
- ARREGUI, L.M., and QUEMADA, M., 2006. Drainage and nitrate leaching in a crop rotation under different N-fertiliser strategies: Application of capacitance probes. *Plant Soil.*, 288:57-59.
- ARREGUI, L.M., and QUEMADA, M., 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rainfed conditions. *Agron. J.*, 100: 277-284.
- AYGÜN, H., 2001. Yeşil Gübrelemenin Pamuk Bitkisinde Verim Komponentleri ve Kütlü Verimine Etkileri. *Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 2001, 38 (1):1-8.
- BARTH, G., VON TUCHER, S., and SCHMIDHALTER, U. 2001. Influence of soil parameters on the effect of 3,4-dimethylpyrazole-phosphate as a nitrification inhibitor, *Biol. Fertil. Soils*, 34:98-102.
- BARTH, G., VON TUCHER, S., and SCHMIDHALTER, U., 2008. Effectiveness of 3,4-dimethylpyrazole phosphate as nitrification inhibitor in soil as influenced by inhibitor concentration, application form, and soil matric potential. *Pedosphere*, 18(3):378-385.
- BELASTEGUI-MACADAM, X. M., DEL PRADO, A., MERINO, P., ESTAVILLO, J. M., PINTO, M., and GONZALEZ-MURUA, C. 2003. Dicyandiamide and 3,4-dimethylpyrazole phosphate decrease N<sub>2</sub>O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover, *J. Plant Physiol.*, 160:517-1523.

- BLAISE, D., SINGH, J.V., BONDE, A.N., TEKALE, K.U., and MAYEE, C.D., 2004. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology*, 96(3):345-349.
- CAMERON, H. J. D., SHERLOCK, K. C., and SHERLOCK, R. R., 2007. Comparison of the effectiveness of a nitrification inhibitor, dicyandiamide, in reducing nitrous oxide emissions in four different soils under different climatic and management conditions. *Soil Use Manage.* 23:1-9.
- CANDEMİR, S., KIZILASLAN, N., KIZILASLAN, H., UYSAL, O., ve AYDOĞAN, M., 2017. Kahramanmaraş İlinde Dane Mısır ve Pamuk Üretiminde Girdi Gereksinimi ve Karlılıkları Açısından Karşılaştırmalı Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(1):1-8
- CASSMAN, K.G., 1996. Cotton. In: W.F. Bennett (Ed.) *Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants*. The American Phytopathological Society, pp. 111-119.
- CHEN, D. L., FRENEY, J.R., MOSIER, A.R., and CHALK, P. M., 1994. Reducing denitrification loss with nitrification inhibitors following pre-sowing applications of urea to a cotton field. *Aust. J. Exp. Agric.* 34(1): 75-83.
- CHEN, D., SUTER, H., ISLAM, A., EDIS, R., FRENEY, J. R., and WALKER, C. N., 2008. Prospects of improving efficiency of fertiliser nitrogen in Australian agriculture: a review of enhanced efficiency fertilisers. *Australian Journal of Soil Research*, 46(4):289.
- CLARK, K. 2014. Nutrient management to improve nitrogen use efficiency and reduce environmental loss. The Pennsylvania State University, Agronomy Facts 76. [https://extension.psu.edu/programs/nutrient-management/educational/soil-fertility/nutrient-management-to-improve-nitrogen-use-efficiency-and-reduce-environmental-losses/extension\\_publication\\_file](https://extension.psu.edu/programs/nutrient-management/educational/soil-fertility/nutrient-management-to-improve-nitrogen-use-efficiency-and-reduce-environmental-losses/extension_publication_file)
- CUI, M., SUN, X. C., HU, C. X., DI, H. J., TAN, Q. L., and ZHAO, C. S., 2011. Effective mitigation of nitrate leaching and nitrous oxide emissions in intensive vegetable production systems using a nitrification inhibitor, dicyandiamide, *J. Soils Sediments*, 11:722-730.
- ÇOLAKOĞLU, H. ve ATALAY, İ.A., 1982. Ege Bölgesi Koşullarında Yetiştirilen Pamuğun Mineral Besin Kapsamları ve Bunların Toprak-Bitki ve Ürün ile Olan İlişkileri. TÜBİTAK TOVAG, Proje No: TOAG-360, Ankara.
- DAWAR, K., I. KHAN, S. KHAN AND M., and I. KHAN. 2011. Effect of urea with or without urease inhibitor (NBPT) and herbicide on maize yield. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 17(2):207-213.
- DEMİRKIRAN, A.R., 2010. Bitki Besleme Açısından Tarım Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri: Kahramanmaraş İli Örneği. 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, 15-17 Eylül 2010, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, İzmir, s. 435-440.
- DI, H. J., and CAMERON, C., 2003. Mitigation of nitrous oxide emissions in spray irrigated grazed grassland by treating the soil with dicyandiamide, a nitrification inhibitor. *Soil Use Manage.* 19(4):284-290.
- DI, H. J., and CAMERON, K. C., 2012. How does the application of different nitrification inhibitors affect nitrous oxide emissions and nitrate leaching from cow urine in grazed pastures, *Soil Use Manage.*, 28:54-61.

- DI, H. J., and CAMERON, K. C., 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46:237-256.
- DI, H.J., and CAMERON, K.C., 2002. The use of a nitrification inhibitor, dicyandiamide DCD., to decrease nitrate leaching and nitrous oxide emission in a simulated grazed and irrigated grassland. *Soil Use Manage.*, 18:395-403.
- DI, H.J.,and CAMERON, K.C., 2004. How does the applicaiotn of different nitrification inhibitors affect nitrous oxide emissions and nitrate leaching from cow urine in grazed pasteres? *Soil Use Manage.*, 28:54-61.
- EKEN, M., CEYLAN, A., A. TOLGA TAŞTEKİN, A. T., ŞAHİN, H., ve ŞENSOY, S., 2018. *Klimatoloji II. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Dmi Yayınları, Ankara.* <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/klimatoloji2.pdf>
- ELBL, J., VAVERKOVÁ, M.D.,ADAMCOVÁ, D. , PLOŠEK, L., KINTL, A., LOŠÁK, T., HYNŠT, J., and KOTOVICOVÁ, J. 2014. Infuence of fertilization on microbial activities, soil hydrophobicity and mineral nitrogen leaching. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 21(4):661-675.
- FEWTREL, L., 2004. Drinking-Water Nitrate, Methemoglobinemia, and Global Burden of Disease: A Discussion. *Environmental Health Perspectives*,112 (14):1371-1374.
- FRAME, H., and REITER, M.S., 2013. Enhanced efficiency of fertilizer materials: Nitrogen stablizers. Virginia Tech. State University, Virginia Cooperative Extension. <https://pubs.ext.vt.edu/CSES/CSES-52/CSES-52-pdf.pdf>
- FRENEY, J.R., CHEN, D.L., MOSIER, A.R., ROCHESTER, I.J., CONSTABLE, G.A., and CHALK, P.M., 1993. Use of nitrification inhibitors to increase fertilizer nitrogen recovery and lint yield in irrigated cotton. *Fert. Res.*, 34:37-44
- FRIEDL, J., SCHEER, C., ROWLINGS, D. W., MUMFORD, M. T., and 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. *Soil Biology and Biochemistry*, 108:55-64.
- GARDINER, D.T. and MILLER, R.W., 2008. *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- GARGIN, S., 2011. Bağcılıkta kullanılan farklı amerikan asma anaçlarının yaprak klorofil yoğunluklarının (SPAD) belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan, 2011. Eskişehir. [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/marem/Belgeler/Makaleler/2011/Ba%C4%9Fc%C4%B1%C4%B1kta%20Kullan%C4%B1lan%20Farkl%C4%B1%20Amerikan%20Asma%20Ana%C3%A7lar%C4%B1n%C4%B1n%20Yaprak%20Klorofil%20Yo%C4%9Funluklar%C4%B1n%C4%B1n%20\(SPAD\)%20Belirlenmesi.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/marem/Belgeler/Makaleler/2011/Ba%C4%9Fc%C4%B1%C4%B1kta%20Kullan%C4%B1lan%20Farkl%C4%B1%20Amerikan%20Asma%20Ana%C3%A7lar%C4%B1n%C4%B1n%20Yaprak%20Klorofil%20Yo%C4%9Funluklar%C4%B1n%C4%B1n%20(SPAD)%20Belirlenmesi.pdf)
- GÜLERYÜZ, H., İNAN, Ö., ÇETİNKAYA, M., ve AYDIN, Ü., 1996. Azot Ve Su Gelişim Faktörlerinin Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Verim Üzerine Etkileri. Cilt 6, Sayı 1. <http://dergipark.gov.tr/anadolu/issue/1788/22004>
- GÜNEŞ, H., 2013. Bitki beslemede üstün Alman teknolojisi yeni nesil DMPP İnhibitörlü COMPO NovaTec® Gübreleri. Agromedya. [https://www.compo-expert.com/fileadmin/user\\_upload/compo\\_expert/tr/documents/pdf/compo\\_2.pdf](https://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/tr/documents/pdf/compo_2.pdf)

- HASSAN., M., MUHAMMED, T., NASRULLAH, M., IQBAL, M., NASİR, A., HAQ, and INAMUL, 2003. Cotton Response to Split Application of Nitrogen Fertilizer. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(6):457-460.
- HU, Y., M. SCHRAML, M., VON TUCHER, S., LI, F., and SCHMIDHALTER, U., 2014. Influence of nitrification inhibitors on yields of arable crops: A meta-analysis of recent studies in Germany. *International Journal of Plant Production*, 8(1):33-50
- İRGET, M.E., TEPECİK, M., ÇAKICI, H., ANAÇ, D., ATALAY, İ.Z. ve ÇOLAKOĞLU, H., 2010. Farklı taban Gübrelerinin Pamukta Verim ve Besin Maddesi Alımına Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı (Özel Sayı), s. 124-130.
- JIAO X, W. LIANG, L. CHEN, Y. JIANG, and WEN, A., 2004. Effects of urease/nitrification inhibitors on soil available N and microbial biomass N and on N uptake of wheat. *J. Appli. Ecol.* 15(10):1903-6.
- JOSHI, A., GUPTA, J. K., CHOUDHARY, S. K., and PALIWAL. D. K., 2014. Efficiency of different nitrogen source, doses and split application on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the Malwa region of Madhya Pradesh. *IOSR J. Agric. Veter. Sci.*, 7(2):2319-2372.
- JU, X. T., XING, G. X., CHEN, X. P., ZHANG, S. L., ZHANG, L. J., LIU, X. J., CUI, Z. L., YIN, B., CHRISTIE, P., ZHU, Z. L., and ZHANG, F. S. 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems, *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 160: 3041–3046.
- KANBER, R., ve TURHAN, N., 1980. Çukurova koşullarında bazı pamuk çeşitlerinde değişik aralıklarla yapılan sulamaların Beyaz Sinek popülasyonu üzerine etkileri. *T.C. Köyisleri ve Kooperatifler Bakanlığı. Topraksu Genel Müd. Tarsus Bölge Topraksu Ara. Ens. Müd. Yayınları. Rapor Yayın No.35.*
- KANBER, R., ÖNDER, S., YAZAR, A., OĞUZER, V., ve KÖKSAL, H., 1992. Harran ovası koşullarında sulama aralıkları ve antitranspirant dozlarının pamuk verim ve su tüketimine etkileri. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*. 16(3):487-500.
- KAYA, C., and HIGGS, D. 2003. Relationship Between Water Use and Urea Application in Salt-Stressed Pepper Plants. *Journal of plant nutrition*, 26 (1):19-30.
- KEMAL, Y.O., and WORKIE, M.A., 2015. Effects of Nitrogen Inhibitors and Slow Nitrogen Releasing Fertilizers on Crop Yield, Nitrogen Use Efficiency and Mitigation of Nitrous Oxide (N<sub>2</sub>O). *Emission. Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 1(2):108-120.
- KHAN, M. A., Z. SHAH, A. RAB, M. ARIF and T. SHAH. 2013. Effect of urease and nitrification inhibitors on wheat yield. *Sarhad J. Agric.* 29(3): 371-378.
- KIRNAK H, HIGGS, D., KAYA C, and TAS I. 2005. Effects of Irrigation and Nitrogen Rates on Growth, Yield, and Quality of Muskmelon in Semiarid Regions. *Journal of Plant Nutrition*, 28(4):621-638.
- KNOBELOCH L, SALNA B, HOGAN A, POSTLE J, and ANDERSON H. 2000. Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environ Health Perspect*, 108 (7):675-678
- LI, H., LIANGA, X., CHEN, Y., LIAN, Y., and NIA, W., 2008. Effect of nitrification inhibitor DMPP on nitrogen leaching, nitrifying organisms, and

- enzyme activities in a rice-oilseed rape cropping system. *J. Environ. Sci.*, 20(2):149-155.
- LIU, C., WANG, K., and ZHENG, X. 2013. Effects of nitrification inhibitors (DCD and DMPP) on nitrous oxide emission, crop yield and nitrogen uptake in a wheat-maize cropping system. *Biogeosciences* 10:711-737.
- LIU, G.D., WU, W.L., and ZHANG, J. 2005. Regional differentiation of non-point source pollution of agriculture-derived nitrate nitrogen in groundwater in northern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107(2-3): 211-220.
- MAENE, L.M. 1995. Changing Perception of Fertilizer Worldwide. Fertilizer Industry Round Table, Oct. 1995.
- MAJUMDAR, D., PATHAK, H., KUMAR, S., and JAIN, M. C., 2002. Nitrous oxide emission from a sandy loam inceptisol under irrigated wheat in India as influenced by different nitrification inhibitors, *Agr. Ecosyst. Environ.*, 91:283-293.
- MENÉNDEZ, S., BARRENA, I., SETIEN, I., GONZÁLEZMURUA, C., and ESTAVILLO, J.M., 2012. Efficiency of nitrification inhibitor DMPP to reduce nitrous oxide emissions under different temperature and moisture conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 53:82-89.
- MERT, M., 2011. Pamuk Tarımının Temelleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi No:5, ISBN: 978-9944-89-307-7, Ankara.
- MOIR, J. L., MALCOLM, B. J., CAMERON, K. C., and DI, H. J., 2012. The effect of dicyandiamide on pasture nitrate concentration, yield and N offtake under high N loading in winter and spring, *Grass Forage Sci.*, 67: 391-402.
- MORALES, S.E., JHA, N., and SAGGAR, S., 2015. Impact of urine and the application of the nitrification inhibitor DCD on microbial communities in dairy-grazed pasture soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 88:344-353.
- MUSILOVÁ, L., LOŠÁK, T., HLUŠEK, J., VÍTEZOVÁ, M., JUZL, M., ELZNER, P., FÍLÍPČÍK, R., JUZL, M., and VON BENNEWÍTZ ÁLVAREZ, E.A., 2012. The effect of urea and urea with urease inhibitor on the content of macronutrients in tubers and tops of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 60(5):167-172.
- PASDA, G., HÄHNDEL, R., and ZERULLA, W. (2001). Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. *Biology and Fertility of Soils*, 34(2):85-97.
- PLOŠEK, L., ELBL, J., LOŠÁK, T., KUŽEL, S., KINTL, A., JUŘIČKA, D., KYNICKÝ, J., MARTENSSON, A., and BRTNICKÝ, M. 2017. Leaching of mineral nitrogen in the soil influenced by addition of compost and N-mineral fertilizer. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 67 (7):607-614.
- RIBAUDO, M., HANSEN, L., LIVINGSTON, M., MOSHEIM, R., WILLIAMSON, J., and DELGADO, J., 2011. Nitrogen in agricultural systems: Implications for conservation policy. USDA- ERS Economic Research Report No. 127. <http://ssrn.com/abstract=2115532>
- ROCO, M.M., and BLU, R.O., 2006. Evaluation of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate in two Chilean soils. *J. Plant Nutr.* 29:521-534.

- RYBÁROVÁ, Z., SLAMKA, P., LOŽEK, O., and KOVÁČIK, P., 2018. Effectiveness of the application of nitrification inhibitors on the content of available nitrogen forms in the soil after winter barley cultivation. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 64(3):95–105.
- SANZ-COBENA, A., SANCHEZ-MARTIN, L., GARCIA-TORRES, L., and VALLEJO, A., 2012. Gaseous emissions of N<sub>2</sub>O and NO and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> leaching from urea applied with urease and nitrification inhibitors to a maize (*Zea mays*) crop, *Agr. Ecosyst. Environ.*, 149:64-73.
- SCHWAB, G.J., and MURDOCK, L.W., 2010. Nitrogen transformation inhibitors and controlled release urea. University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, Ky, 40546. AGR-185. [www.ca.uky.edu](http://www.ca.uky.edu)
- SEILSEPOUR, M., ve RASHIDI, M., 2011. Effect of Different Application Rates of Nitrogen on Yield and Quality of Cotton (*Gossypium hirsutum*). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 10 (3):366-370.
- SHEPHERD, M., WYATT, J., and WELTEN, B., 2012. Effect of soil type and rainfall on dicyandiamide concentrations in drainage from lysimeters, *Soil Research*, 50:67-75.
- SHOJIA, S., DELGADOB, J., MOSIERB A., and MIURAC, Y., 2001. Use of controlled release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32:7-8.
- SOYERGİN, S. 2003. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 2003. [http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/068/Org\\_%20Tar\\_%20Top\\_%20Veriml\\_%20Kor\\_ve%20G%C3%BCbreler%20Do%C3%A7\\_%20Dr\\_Serap%20S\(2\).pdf](http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/068/Org_%20Tar_%20Top_%20Veriml_%20Kor_ve%20G%C3%BCbreler%20Do%C3%A7_%20Dr_Serap%20S(2).pdf)
- STEWART, W., VE JARAMILLO, R. 2017. Destekleyici Bilimsel İlkeler - Doğru Zaman. Bölüm 5, s: 5.1-5.12. Editörler: Bruulsema, T. W., Fixen, P. E., Sulewski, G. D. 4D Hassas Besin Yönetimini, Bitki Besleme Yönetimini İyileştirme Kılavuzu. International Plant Nutrition Institute, 3500 Parkway Lane, Suite 550, Peachtree Corners, GA 30092 USA, 770-447-0335, ISBN 978-0-9834988-3-4. [www.ipni.net](http://www.ipni.net).
- ŞAHİN, A., ve HÖYÜK, O., 1991. Nazilli 87 Pamuk Çeşidinde Azot isteğinin Tespiti. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Pamuk Araştırma Proje ve Sonuçları. Nazilli.
- ŞAHİN, A., ve KIVILCIM, N., 1993. Nazilli M - 503 Pamuk Çeşidinde Azot İhtiyacının Belirlenmesi. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Pamuk Araştırma Proje ve Sonuçları, Nazilli.
- TILMAN, D., CASSMAN, K. G., MATSON, P. A., NAYLOR, R., and POLASKY, R., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices, *Nature*, 418:671-677.
- TRENKEL, M.E., 2010. Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. International Fertilizer Industry Association (IFA) Paris, France.

- TRENKEL, M.E., WICHMANN, W., and KUMMER, K.F., 1988. New Challenges for the World Fertilizer Industry with Regard to Agriculture. IFA Agro-Economics Committee, Monte Carlo.
- UZUN, N., 2016. Farklı Karasu ve Azot Dozlarının Pamuk Bitkisinde (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. T.C. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Aydın, 120s.
- VERMA, A., TYAGI, L., and SINGH, S.N., 2008. Attenuation of N<sub>2</sub>O emission rates from agricultural soil at different dicyandiamide concentrations. *Environmental Monitoring and Assessment*, 137:287-293.
- WEISKE, A., BENCKISER, G., HERBERT, T., and OTTOW, J.C.G., 2001. Influence of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emissions, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during 3 years of repeated application in field experiments, *Biol. Fertil. Soils*, 34:109-117.
- YILMAZ, Ş.G. ve GÜL, M., 2015. İşletmelerde Pamuk Üretim Maliyeti, Karlılık Düzeyinin Değerlendirilmesi: Antalya İli Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2):27-41.
- ZAMAN, M., and NGUYEN, M. L. 2012. How application timings of urease and nitrification inhibitors affect N losses from urine patches in pastoral system, *Agr. Ecosyst. Environ.*, 156:37-48.
- ZAMAN, M., SAGGAR, S., BLENNERHASSETT, J. D., and SINGH, J., 2009. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system, *Soil Biol. Biochem.*, 41:1270-1280.
- ZAMAN, M., and BLENNERHASSETT, J. D., 2010. Effects of the different rates of urease and nitrification inhibitors on gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, nitrate leaching and pasture production from urine patches in an intensive grazed pasture system, *Agr. Ecosyst. Environ.*, 136:236-246.
- ZERULLA, W., BARTH, T., DRESSEL, J., ERHARDT, K., HORCHLER VON LOCQUENGHİEN, K., PASDA, G., and WISSEMEIER, A., 2001. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biology and Fertility of Soils*, 34(2):79-84.
- ZHANG, L., Z. WU, Y. JIANG, L. CHEN<sup>1</sup>, Y. SONG, L. WANG, XİE, J., and MA, X., 2010. Fate of applied urea 15N in a soil-maize system as affected by urease inhibitor and nitrification inhibitor. *Plant Soil Environ.*, 56(1): 8-15.
- ZHAO, W., WANG, Y., ZHOU, Z., MENG, Y., CHEN, B., and OOSTERHUIS, D.M., 2012. Effect of nitrogen rates and flowering dates on fiber quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *American Journal of Experimental Agriculture*, 2:133-159.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı, soyadı** : Ferat ÖNAL  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum tarihi ve yeri** : 10.02.1995  
**Telefon** : 0542 586 86 48  
**e-mail** : feratonal@outlook.com

### EĞİTİM DURUMU

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Mezopotamya Lisesi	2010
Üniversite	: Harran Üniversitesi	2015

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2017	Derik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi

### UZMANLIK ALANI

### YABANCI DİLLER

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

### YAYINLAR