

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MISIR TARIMINDA AZOT NİTRİFİKASYON İNHİBİTÖRÜNÜ
KULLANARAK AZOT KULLANIMININ AZALTMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Halil BOĞA

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2018**

Prof. Dr. Cengiz KAYA danışmanlığında, Halil BOĞA' nın hazırladığı "Mısır Tarımında Azot Nitrifikasyon İnhibitörünü Kullanarak Azot Kullanımının Azaltma Olanaklarının Araştırılması" konulu bu çalışma 31/05/2018 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

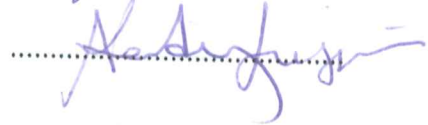
Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA



Üye : Prof. Dr. Kadir SALTALI



Üye : Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ



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

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 17129

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	4
2.1. Azotlu Gübre Uygulamaları	4
2.2. Azot Kayıpları	8
2.3. İnhibitör Uygulamaları	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Toprak özellikleri	14
3.1.2. İklim özellikleri	14
3.1.3. Mısır çeşidi	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Denemenin kurulması	15
3.2.2. Toprak ve bitki analiz metotları	17
3.3. İstatistik Değerlendirme	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1. Mısır Yapraklarının Azot İçerikleri ve Verim Değerleri	19
4.2. Mısır Yapraklarının SPAD ve Maksimum Floresans Değerleri	21
4.3. Mısır Vejetatif Aksamının Yaş ve Kuru Ağırlıkları	22
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	25
5.1. Sonuçlar	25
5.2. Öneriler	26
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	33

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MISIR TARIMINDA AZOT NİTRİFİKASYON İNHİBİTÖRÜNÜ KULLANARAK AZOT KULLANIMININ AZALTMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Halil BOĞA

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

Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAYA

Yıl: 2018, Sayfa: 33

Bitkilerin genel olarak en çok gereksinim duyduğu besin elementi ise dünya çapında tarım arazilerinde eksikliğine en çok rastlanan bitkiler için makro seviyede gereksinim duyulan azottur. Azot bitki bünyesinde birçok önemli organik bileşiğin yapısında bulunmaktadır. Tarımsal faaliyetler için azot vazgeçilmez bir besin elementidir. Toprağa uygulanan azotun büyük bir kısmı çevre koşullarına bağlı olarak bitkiler tarafından kullanılmadan kayıplara uğramaktadırlar. Dünya genelinde bu kayıpları azaltmaya yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bu kapsamda azot yitimlerini önlemeye yönelik tedbirlerden biri olan nitrifikasyon inhibitörünün azot kayıplarına etkileri ve azot kullanımı azaltma olanakları araştırılmıştır. Artan dozlarda DMPP (Dimethylpyrazole) inhibitörlü gübresi kullanılmış (6.3-12.6) kg/da ve mısır bitkisinin büyüme ve gelişme hızına göre de azot ihtiyacını karşılama olanakları araştırılmıştır. Yürütülen çalışma sonucunda mısır bitkisinin yapraklarında N içeriğinde artış olmazken mısır ürün veriminde artış gözlemlenmiştir. Koçan yaş ve kuru ağırlığında, bitki kuru ve yaş ağırlığında artışlar meydana gelmiştir. Bitki klorofil içeriği, maksimum floresans, SPAD okumaları ve mısır tane verimi artmıştır. Görülen bu etkiler uygulanan azot dozlarındaki artışa paralellik göstermektedir. Yapılan çalışma sonucunda inhibitörlü gübrenin azotun bitki tarafından alınımını arttırmadığı fakat kaybına engel olarak topraktaki sürekliliğini artırması sonucunda bitkinin fizyolojik parametrelerinde gelişime sebep olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Mısır, Azot, Üre, Mısır verimi

ABSTRACT

MSc Thesis

TO STUDY THE POSSIBILITIES OF REDUCING NITROGEN USAGE BY USING NITROGEN INHIBITOR IN GROWING MAIZE

Halil BOĞA

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

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz KAYA

Year: 2018, Page: 33

Nutrient most commonly needed by plants is nitrogen which is needed at macro level for the most common crops in agricultural land worldwide. Nitrogen is found in the structure of many important organic compounds in the plant. Nitrogen is an indispensable application for agricultural activities. Due to the environmental conditions most of the nitrogen applied to the soil is lost before plants use. Various studies are being carried out worldwide to reduce these losses. In this context, one of the measures to prevent nitrogen depletion, the effects of nitrification inhibitor on nitrogen losses and the possibilities of reducing nitrogen use have been investigated. At increasing doses, DMPP-inhibited fertilization was applied (6.3-12.6) kg / da and the possibility of meeting the nitrogen requirement according to the rate of growth and development of corn plant has been investigated. As a result of the work carried out, an increase in corn yield was observed while there was no increase in the content of N in the leaves of corn. In the wet and dry weight of the ranch, plant dry and wet weight increases. Plant chlorophyll content, maximum fluorescence, SPAD readings and corn grain yield increased. These effects are parallel to the increase in nitrogen doses applied. As a result of the study, it has been found that the inhibitory nitrogen fertilizer does not increase the uptake by the plant, but as a barrier to loss, it increases the physiological parameters of the plant as a result of increasing its continuity in the soil.

KEY WORDS: Maize, Nitrogen, Urea, Maize Yield

TEŐEKKÖR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Cengiz KAYA 'ya teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Araştırma alanının yağış ve sıcaklık verileri	14
Şekil 3.2. Zamana bağlı Bitki gelişimi gösteren görüntü	16
Şekil 3.3. Tesadüf blokları deneme desenine göre hazırlanmış deneme planı.	17



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Deneme kurulan arazinin toprak özellikleri	14
Çizelge 4.1. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisi yapraklarının azot içerikleri ve verim değerleri .	18
Çizelge 4.2. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisinin maksimum floresans ve SPAD değerleri	21
Çizelge 4.3. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisinin koçan ve bitki yaş ağırlıkları	22
Çizelge 4.4. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisinin koçan ve bitki kuru ağırlıkları.....	23



SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

N	Azot
N ₂ O	Nitroz osit
NO ₃	Nitrat
AOB	Amonyak oksitleyen bakteriler
NH ₄	Amonyum
CO ₂	Karbondioksit
DMPP	3,4-Dimethylpyrazole
DCD	Dicyandiamide
AOA	Amonyak Oksitleyen Archaea
İAG ₁	İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 6.3 kg/da Saf Azot Uygulaması
İAG ₂	İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 12.6 kg/da Saf Azot Uygulaması
SPSS	Statistics Program For Social Sciences
<i>P</i> <0.5	İstatistik Önem Seviyesi

1. GİRİŞ

Bitkilerin genel olarak en çok gereksinim duyduğu besin elementi ise dünya çapında tarım arazilerinde eksikliğine en çok rastlanan bitkiler için makro seviyede gereksinim duyulan azottur. Dünya üzerinde tarım faaliyetleri yürütülen arazilerin önemli bir bölümünde azot noksanlığı görülmektedir. Tarım arazilerinde organik madde miktarı çok düşük olan ülkemizde benzer şekilde azot açısından oldukça fakirdir. Azot bitki bünyesinde birçok önemli organik bileşiğin yapısında bulunmaktadır. Proteinler, amino asitler, nükleik asitler, enzimler, klorofil, ATP, ADP azot içeren önemli organik bileşiklerdir (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Gardiner ve Miller, 2008; Cauley ve ark., 2009). Azot tüm canlılarda gerçekleşen birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayda önemli rol oynamaktadır. Protein ve klorofilin sentezinde de azotun etkisi çok büyüktür.

Bitkide azot hücre duvarının temel yapı taşıdır. Çiçeklenmenin zamanında gerçekleşmesinde, kök solunumunda, meyvenin ve tohumun oluşumu olgunlaşması üzerinde azotun rolü oldukça büyüktür. Azot açısından iyi beslenmiş ağaçların zararlılara karşı direnci de yüksek olmaktadır (Kantarcı, 2000; Fageria, 2009).

Aynı zamanda su ile birlikte kısıtlılığı en fazla çekilen besin elementlerinden biridir azot. Bu yüzden azot diğer özelliklerinin yanı sıra karşımıza çoğunlukla bitki büyümesini kontrol eden besin elementi olarak çıkar (Çepel, 1996; Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009). Çünkü azot ve azot bileşikleri toprakta ana materyal kökenli olarak bulunmamaktadır.

Azotun doğadaki temel kaynağını atmosfer oluşturmaktadır. Bunun dışında hidrosfer ve canlı yapılarında da önemli miktarda azot bulunmaktadır. Toprakta bulunan azotun ana kaynağı ise organik maddedir. Organik maddenin belirli süreçlerle parçalanması sonucunda bitkiler azottan faydalanabilir (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Boşgelmez ve ark., 2001).

Azot noksanlığın daha ileri boyutlarda olması halinde, yapraklarda kloroz görülmeye başlar. Kloroz, yaprağın homojen olarak sararması şeklinde ortaya çıkar. Azot noksanlığı arttığında, yapraklar kahverengine dönüşür ve zamanla ölür (Foth, 1984; Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Fageria, 2009; Kaçar ve Katkat, 2010).

Zaman zaman toprakta kalan fazla azotun yıkanarak taban suyuna karışması ve bunun sonucunda nitrat birikimi meydana gelebilmektedir. Bu konular birçok araştırmacı tarafından detaylı olarak incelenmiş ve ortaya konmuştur (Byrnes, 1990; Powlson, 1993; Shepherd ve ark., 1993; Jarvis, 1993; İlbeyi ve ark., 1997; İlbeyi ve ark., 1997). Azotun fazlalığı bitkide vejetatif gelişim periyodunun uzamasına, çiçeklenmenin gecikmesine ve glikoz sentezinin azalmasına sebep olur. Meyve olgunlaşmasının gecikmesine neden olur.

Fazla azot, hastalıklara (özellikle mantar hastalıklarına) dayanıklılığı azaltır (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; Fageria ve ark., 2011). Ayrıca fazla azot bitkilerin kırılmaya karşı dirençlerini azaltırken, hasat zamanının gecikmesine de neden olmaktadır (Kaçar, 2010).

Toprağa uygulanan amonyum, ortam koşullarına bağlı olarak toprak mikroorganizmaları tarafından nitrata dönüştürülür ve mobilitesi oldukça yüksek olan nitrat bitki köklerinde absorbe edilir ya da yıkanmayla kökten uzaklaşabilmektedir (Amberger, 1992). Bu, amonyumun pH'yı düşürmesindeki etkinliğini azaltmaktadır. Yıkanma ve denitrifikasyon yoluyla azot kayıplarının azaltılması ve amonyum iyonlarının toprakta pH üzerindeki etkisinin devam etmesi için, üre ve amonyum formunda azot içeren gübrelere nitrifikasyonu yavaşlatan bileşikler ilave edilmektedir (Amberger ve German, 1990). Bu nitrifikasyon stabilizatörlerinin sayesinde, nitrifikasyonun ilk aşamasının gerçekleşmesi sıcaklık endeksli olarak 1 ile 3 ay arasında engellenmekte ve amonyumun pH'sını düşürücü etkisi daha uzun sürdüğü görülmektedir (Amberger, 1986).

Kullanılan azotlu gübrelerin azotun yıkanma yoluyla, amonyağın buharlaşması vb. şekillerde oluşan kayıplar ciddi bir tarımsal sorundur. Bu durum uygulama konusunda önemli değişikliklere ihtiyaç duyulduğunu gösterir. Gübreleme sonucu azot kayıplarının azaltılmasına yönelik tedbirler; gübreleme tekniği ve zamanlamasının seçimi, geç ayrışan azot kaynaklarının kullanımı ve nitrifikasyonun kimyasal tedbirlerle önlenmesidir. Diğer bir yöntem ise NH_4^+ 'un tutumunu artırıcı farklı toprak ıslah materyallerinin kullanılmasıdır. Amonyum toprakta bakteriler vasıtasıyla nitrit üzerinden nitrate dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm (Nitrifikasyon) toprak özellikleri ve sıcaklığa bağlı olarak birkaç saat, ya da bir kaç gün içerisinde olmaktadır. Dönüşümün hızlı olması mısır bitkisi için alınabilecek azot formunun neredeyse tamamının nitrat formuna dönüşmesi sonucu ortaya çıkarmaktadır. Bu dönüşüm amonyum inhibitörlerinin devreye girmesiyle yavaşlatılmaktadır. Bu inhibitörler (Stabilizatör) Nitrifikasyon denilen olayı oldukça yavaşlatma özelliğine sahiptirler. Nitrifikasyon inhibitörleri sayesinde azot dönüşüm süreci 10 haftaya kadar uzayabilmektedir. Böylece nitrate dönüşüm, sıcaklığa bağlı olarak yavaş ve düzenle olarak yürümesi sayesinde, mısır bitkisinin büyüme ve gelişme hızına göre de azot ihtiyacı karşılanmış olmaktadır. Dolayısıyla bu dönem içerisinde azotun bitki kök bölgesinin dışına çıkması, yıkanması ve gaz halinde havaya karışması da engellenmiş olmaktadır. Yapılan bu çalışmanın amacı toprağa uygulanan azotlu gübrenin çevresel koşullara da bağlı olarak hızlı ayrışma sonucunda meydana gelen azot kayıplarının önlenmesine veya azaltılmasına yönelik uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi, uygulanacak azotlu gübrenin yanında inhibitör vb. yardımcıların kullanımının gelişimine yönelik bilgilere ışık tutmak ve buna bağlı olarak topraktan meydana gelen azot kayıplarının azaltılma imkanlarını araştırmaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Azotlu Gübre Uygulamaları

Balko ve Russell (1980), ekim öncesi toprakta bulunan NO_3N 'u konsantrasyonu; a) < 10 ppm ise uygulanacak N miktarının tamamının üst gübre olarak verilebileceği, b) 10-20 ppm NO_3N 'u arasında ise üst gübreleme miktarının % 25-50 oranında azaltılabileceği fakat bu yapılırken, ekim arazisinde daha önce yapılmış uygulamalara, ve toprakta mevcut organik N'a ve yönetim şeklinin dikkate alınması gerektiği, c) >20 ppm olması halinde ise uygulamalardan üst gübrelemeye ihtiyaç olmayacağını bildirilmiştir.

Çullu ve ark. (1996), Çukurova koşullarında, ikinci ürün mısırdaki yürüttükleri bir çalışmada, artan dozlarda azot uygulamasıyla (0, 10, 20 kg N/da) büyüme düzenleyicisinin mısır bitkisinde tane verimi ve diğer bazı özelliklere etkisini araştırmış ve en yüksek tane verimini 20 kg N/da gruptan elde edildiğini gözlemlemişlerdir. Artan dozların tepe püskülünde çiçeklenme süresinin ve koçan yüksekliğinin önemli oranda uzattığını, koçan sayısının, tane veriminin ve bin dane ağırlığının önemli düzeyde arttırdığını, fakat bitki boyunda önemli düzeyde etki etmediklerini tespit etmişlerdir.

Sencar (1988), yaptığı bir çalışmada farklı azot dozlarıyla (0, 7, 14, 21 ve 28 kg/da N) farklı ekim sıklığında dört farklı mısır çeşidinde kalite ve tane verimi gibi özelliklere etkisini araştırdığı çalışmada; uygulanan azot miktarındaki artışın, her parseldeki koçan sayısında artış, koçanın tane verimini, protein verimini ve protein oranını arttırdığı, tepe püskülü ile koçan çıkarma süresinde azalma gösterdiğini, ancak 21 kg/da N ve 28 kg/da N dozları arasında fark görülmediği bulgusuna ulaşmıştır.

Azotun uygulanma zamanı mevsimlere bağlı olarak sıcaklık değişimlerinin dengesizliğinden dolayı değişmektedir (İbrahim ve ark., 2002). Azot, uygun

amenajman altında olmadığı zaman kök bölgesinden uzaklaşarak yıkanma yoluyla kayba uğramaktadır (Varshney ve ark., 1993; Weeds and Kanwar, 1996).

Çukurovada ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde artan dozlarda azot uygulamasında (10, 20, 30 kg) ve dört sıra arası mesafenin (50, 60, 70, 80 cm) verim unsurlarına ve verime etkilerini araştırılması amacıyla yürütülen bir çalışmada, Fransız kökenli hibrit mısır çeşidi (LG 55) kullanmış ve çalışma bulgularına göre en yüksek tane verimini 1036 kg/da ile 30 kg/da azot dozunda ve 50 cm sıra arası mesafesinden elde edilmiştir. En düşük tane verimini ise 617 kg/da ile 10 kg/da azot dozunda ve 60 cm sıra arası mesafesinden elde edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre düşük doz azot uygulamalarında sıra arası mesafelerinin geniş olması verimin artabileceği, yüksek azot dozu seviyelerinde ise sıra arası mesafeleri azaldıkça verimin artabileceğini ifade edilmiştir. (Aydın, 1991).

Fox ve ark. (2001), yaptıkları bir araştırmada, mısır sapında $\text{NO}_3^- \text{N}$ 'u konsantrasyonunun eşik düzeyinin 250 mg/kg^{-1} olduğunu ve mısır sapında, süt olum döneminde yapılacak NO_3^- testlerinin bitkinin N durumunu belirlemede iyi bir indikatör olacağını bildirmişlerdir.

İbrikçi ve ark. (2001), Çukurovada, 10 farklı mısır çeşidinde ve dört farklı azot dozunda (16, 24, 32 ve 40 kg N/da), mısırın azotlu gübre kullanımının optimizasyonunu belirlemek amacıyla yaptıkları bir araştırmada, tüm mısır çeşitlerinde azot etkinliğinin, uygulanan azot miktarının artışı oranında azaldığını, azottan yararlanma etkinliğinin, azot dozlarının artışına bağlı olarak bazılarında azalırken bazılarında ise arttığını gözlemlemiştir, azot alım etkinliğinin ise tüm çeşitlerde, artan azot dozlarının artışına bağlı olarak düştüğü sonucuna ulaşmışlardır.

William ve Randall (1997), yaptıkları araştırmadan elde ettikleri bulgulara göre, N dozundaki artışa bağlı olarak veriminde arttığı görülmüştür. Ancak bitkide ihtiyaç duyulan optimum N dozu üzerinde, bitkinin gübreden aldığı N miktarının azaldığını ve bitkinin ihtiyaç duyduğundan fazla miktarda uygulanan $\text{NO}_3^- \text{N}$ 'unun yıkanma yoluyla kayıpların arttığı gözlemlenmiştir.

Evanylo ve Wolf (1982), yaptıkları bir çalışmada, topraktaki N min. (NO_3^- NH_4^+) değerleri için; 1) 0-14 ppm fakir, 2) 15-24 ppm düşük, 3) 25-75 ppm arasındaki değerlerin iyi olduğunu bildirmiştir. Ekonomik nedenlerden dolayı, hibrit çeşitlerin N'a karşı tepkilerini araştırmak için çok sayıda araştırma yapılmış ve yüzey sularında nitratın bulunması ile ilgili bir artış, N yönetimi ile hibrit çeşitlerin N'a tepkilerinin her ikisi ile de ilgili olduğunu bildirmişlerdir (Balko ve Russell, 1980; Brown, 1986; Bundy ve Carter, 1988; Fakorede ve Mock, 1982; Hatlitligil ve ark.,1984; Tsai ve ark, 1984).

Mısır bitkisine gübre-N'u önerisi yapılırken, organik-N göz önünde bulundurularak tavsiyeler yapılmaktadır. Ekili alanlardaki aşırı N uygulamaları ile yer altı sularından nitrat konsantrasyonu artmakta ve yüksek nitrat konsantrasyonu çevresel ve sağlık riskleri yarattığını ve ekim öncesi toprakta bulunması gereken kritik N konsantrasyonunun 21 mg/kg⁻¹ olması gerektiğini bildirmişlerdir (Andraski ve ark, 2000; Brye ve ark, 2001).

Koutroubas ve Ntanos (2003), üretim sistemlerinde azot kullanımı ve tane verimini incelemek için gereken faktörlerin iyi tanımlanması ve üretkenliği optimize etmek için çevreyi kirleten risklerin azaltılması gerektiğini bildirmişlerdir. Çeltik üretiminde azot genellikle en çok kullanılan ve sınırlı olan element olduğu gibi gübre-N'u fiyatlarının bu tür ürünleri fazlasıyla etkilediğini bildirmişlerdir.

Topraklara uygulanacak organik N kaynaklarının bitki ihtiyacına cevap verecek miktarda olmalıdır. Aksi takdirde, ileriki dönemde mineralizasyon devam ettiğinden toprakta nitrat miktarı yer ve yer altı sularının nitrat kirlenmesine yol açacaktır (Havlin ve ark., 1999).

Ahır gübresinde NH_4 kolayca NH_3 formuna dönüştüğü için, buharlaşma ile N kaybı şartlara bağlı olarak %15-40 miktarına ulaşabilmektedir. Ahır gübresi içerisinde bulunan ve mineralize olmaya daha az dayanıklı organik azot uygulama yılında mineralize olur ve bu oran uygulama koşullarına bağlı olarak gübredeki azotun %30-60 kadardır (Havlin ve ark., 1999).

Marschner (1984), gübrelemede en çok azotlu gübreler kullanılmaktadır. Topraklarda akümülyasyona neden olan nitrat ve nitrit, azottan kaynaklanmaktadır. Topraklarda nitrat ve nitritin birikim oranı, verilen azotlu gübrenin form ve miktarına, ışık yoğunluğuna, CO₂ konsantrasyonuna, sıcaklık ve bitkinin genetik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Mordoğan ve Yaşar, 1999).

Mısır bitkisini takiben çeşitli tahılların (arpa, çavdar, tritikale, buğday) kışlık örtü bitkisi olarak NO₃-N yıkanma miktarını düşürmek ve kalıntı azotun tahıllar tarafından akümüle edilmesini sağlamak amaçları ile yetiştirildiği, iki yıl ve iki ayrı lokasyonda sürdürülen bir denemede, 0-90 cm. toprak derinliklerinden örnekler (hububat ekimi öncesi ve hasat sonrası) alındığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, çavdarın deneme amacına yönelik en etkili hububat olduğunu, buğday, arpa ve tritikalenin alternatif kışlık örtü bitkileri olarak kullanılabileceğini, yer altı suyuna kadar yıkanması muhtemel nitrat azotunun azalmasında tüm hububatların benzer seviyede toprak azotunu akümüle ettiklerini, hasat olgunluğunu standardize etmek için çavdarların yerinde yatırılarak kırıldığı ve bu sırada alınan toprak örneklerinde 1.5 ppm nitrat saptandığını ve topraktaki kalıntı nitrat azotu arttıkça hububatların verimlerinin yükseldiğini ifade etmişlerdir (Coale ve ark., 2001).

Danimarka'da organik ve konvansiyonel çiftliklerde topraklarda nitrat yıkanmasının incelendiği bir araştırmada, organik çiftlikte hububat, çim-yonca karışımı rotasyonu ve 5.1 kg N/ha/yıl uygulanmış, konvansiyonel çiftlikte ise, yazlık ve kışlık hububat rotasyonunda 12.9 kg N/ha/yıl tatbik edilmiştir. Araştırmacılar, konvansiyonel alandaki N yıkanmasının organik çiftliğe göre daha yüksek belirlediklerini rapor etmişlerdir (Olesen ve ark., 2004).

Sowers ve ark. (1994), N uygulama dozunun yüksekliğinin aşırı N kayıplarına bağlı olarak düşük N kullanım etkinliği ve az N alımı sonuçlarına neden olduğunu vurgulamışlardır. Azot kullanım etkinliğini geliştirmede ve bitkinin ihtiyacı olan N'ü bünyesinde toplanmasında, optimum N dozu kritik önem taşıdığını bildirmişlerdir.

Azotun bitkice kullanılmayan kısmı toprakta kalmaktadır. Söz konusu bu azot, toprak, su ve havanın mevcut yapısında hasar oluşturmada rol oynar. Konvansiyonel tarımda N yıkanmasının çevresel problemler yarattığı bilinen bir konudur. Organik sistemde tavsiye edilen münavebe sistemi N yıkanması konusundaki riski düşürmekte ve konvansiyonel tarıma göre, %50 oranında daha düşük bir yıkanmaya neden olmaktadır (Schmutz ve ark., 2004).

Knudsen ve ark. (2005), konvansiyonel ve organik hayvan çiftliklerindeki durumu karşılaştırarak yaptıkları bir çalışmada organik tarımın azot yıkanma kaybına olan etkilerini araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre, daha az miktarda azot içermesi nedeniyle organik tarımın yapıldığı çiftlikte azot yıkanma yoluyla kaybının daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, azotun yıkanmayla kaybındaki artışına, toprağın kumlu oluşu, organik madde miktarının düşük oluşu ve ana ürün sonrası bir ara ürün kullanılmaması gibi etmenlerin etkili olduğundan bahsetmişlerdir.

Artan azot uygulamaları bir noktaya kadar verimi artırmaktadır. Palta ve Fillery 1995, Delogu ve ark 1998, Sieling ve ark 1998, Latiri-Soukive ark 1998'in bildirdiklerine göre, gübre dozunun artışıyla N etkinliği de azalmaktadır. Buğdayın 100 kg/ha N dozunun üzerinde yapılan uygulamalara tepki vermediği, 150 kg/ha uygulamasından sonra da toprakta en fazla artık nitrat-N'u kaldığı bildirilmiştir (Lopez ve ark, 2001).

2.2. Azot Kayıpları

Olson ve Kurtz (1982), yılında yaptıkları araştırmadan elde ettikleri sonuçlara göre bitki kök sistemi her zaman aktif olan mısır bitkisinin, geç N uygulaması ile topraktan denitrifikasyon ve yıkanmayla meydana gelen N kayıplarının azaldığını gözlemlemişlerdir.

Geç N uygulamasının gaz halinde azot kayıplarının yaklaşık % 13.8'den daha az olduğu ve NO₃ yıkanmasının da azaldığını bildirmişlerdir. (Hernán ve ark., 2004).

Dünyada tarım arazilerinden besin elementlerinin yıkanmasının çevre üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı önüne geçilmesi gereken ciddi bir problem olarak bildirilmektedir. Bitkisel üretim süresince en fazla gereksinim duyulan ve kullanılan besin elementlerinden biri azottur. Azotlu gübreler başta yüksek gelir elde edilen bitkilerin yetiştiriciliğinde olmak üzere üreticiler daha yüksek ürün elde etmek adına çoğunlukla yüksek dozlarda kullanılmaktadırlar (Fernández-Escobar ve ark., 2004). NO_3 yıkanması sorununun artışında, yüksek verim ve fazla ürün alma amacıyla uygulanan gübrenin miktarının artması etkilidir. NO_3 hareketli bir iyon olması, düşük kil içerikli orta ve kaba tekstürlü olan topraklarda yıkanma potansiyelinin yüksek olmasına sebebiyet vermektedir (Kanhle ve ark., 2016).

Guillard ve ark. (1995), yüksek $\text{NO}_3^- \text{N}$ 'u içeren topraklarda bu miktarı azaltmak suretiyle, N kullanım etkinliği ve N alımının artacağını, buğdaya 112 kg N/ha üzerinde yapılan N uygulamalarında N kayıplarının daha yüksek miktarda olacağını belirtmişlerdir.

Aşırı N gübrelemesi verim potansiyelini % 25-50 arasında azaltarak (Prutskova ve Ukanova, 1976), hasatı geciktirilmiş ve çevre kirliliğine zemin oluşturmuştur (Gillelan ve Macknis, 1983t). ^{15}N ile yapılan geri alım çalışmalarında, tahıl üretiminde gübre-N'u kayıplarının % 20-50 arasında olduğu belirlenmiş ve bu kayıpların denitrifikasyon, volatilizasyon ve yıkanma ile meydana geldiği bildirilmiştir (Francis ve ark, 1993; Olson ve Swallow, 1984; Sanchez ve Blackmer, 1988).

N^{15} kullanılan denemelerde, uygulanan gübre N'unun bir bölümünün bitki tarafından kullanılmadığını, çünkü; N'un toprak tipi ve iklim koşullarına bağlı olarak immobilize veya gaz olarak kaybolduğu ortaya konulmuştur (Pilbeam, 1996; Powlson ve ark, 1992).

Topraklardan nitratin yıkanma miktarının azalması, gübre ve sulama suyu uygulama miktarları ile zamanı ve sıklığının bitki gelişimine uygun olarak düzenlenmesine bağlıdır. Nevşehir-Derinkuyu patates yetiştirme alanlarındaki

kuyularda nitrat konsantrasyonunda önemli artışlar tespit edilmiştir (İlbeyi ve ark., 1997).

Toprak-bitki sisteminde görülen N yitimlerinden başka, sıfır veya minimum toprak işleme sistemlerinde uygulanan N'un önemli bir bölümü, çürüyen bitkisel artıklarca immobilize edilebilmekte ve böylece gelişen bitkilere yararlı olan N miktarı azaltılmış olmaktadır (Doran, 1980). Eğer gübre N'u çürüyen bitkisel artıkların (malçın) yüzeyine serpmeye yöntemiyle uygulanırsa, bitkisel artıkların altına ve toprak içine uygulanması durumuna göre, daha fazla N immobilize olur. Bu nedenle, gübre uygulamalarının iyi bir yöntemle (uygulama dozları ve yöntemleri) yapılması, potansiyel N yitimleri ve immobilizasyonu nedenleriyle, özellikle sıfır toprak işleme sistemlerinde çok önemlidir.

Hasattan sonra toprakta kalan kimyasal gübre N'undan yararlanma miktarının özellikle yüksek miktarda ve geç azot uygulamasında % 25-56 civarında ve yıkanmayla yitimlerinin yüksek olduğu bildirilmiştir William ve Randall (1997).

William ve ark. (1997), mısırdaki N uygulama yönetiminin, N kullanma randımanı ve çevrede oluşturduğu olumsuzlukları önemli düzeyde etkilediğini bildirmişlerdir. Tarla denemelerinde azot, gübrelemeden kaynaklanan N'un miktarı her durumda gübreleme dozuna paralel olarak artmıştır. Sulama başta olmak üzere diğer çevre koşullarının azota karşı alınan verim ve bitkilerin gübre azotundan yararlanmasını etkilediği vurgulanmıştır. Hasat sonrası toprakta kalan gübre N'dan yararlanma oranının, özellikle yüksek dozlarda geç N uygulamasında %25-56 arasında bulunduğu ve yıkanma ile kayıp potansiyelinin fazla olduğu bildirilmiştir.

Toprak profilindeki azotun yıkanmasını engellemek yalnızca bitkiler tarafından kullanılması sayesinde mümkündür. Bu aşamada ana üründen sonra yetiştirilen örtü bitkisinin toprakta kalan azotu kullanması açısından önemini ortaya koymaktadır (Havlin ve ark., 1999).

Tahıllarda N kullanım etkinliği bazı sebeplerden dolayı düşüktür. Mısır bitkisinden NH_3^+ olarak N kaybının % 52 ile % 73 arasında değiştiği bildirilmiştir. (Francis ve ark, 1993). Gübreden denitrifikasyon ile kayıp miktarının da % 10'dan fazla olduğu rapor edilmiştir (Hilton ve ark., 1994).

Kanampiu ve ark (1997), iki lokasyonda yürüttükleri tarla denemelerinde, artan N uygulamalarına bağlı olarak N kayıplarının 4.0-27.9 kg/ha arasında değiştiğini ve bu nedenle, aşırı N uygulamalarından kaçınarak, N kayıplarını azaltmanın ve N kullanım etkinliğini arttırmanın mümkün olacağını bildirmişlerdir. Bir önceki ürün tarafından tüketilen topraktaki besin elementleri yerine ekonomik verim elde etmek için gübre uygulamaları gerekmektedir. Bu nedenle, aşırı gübre kullanımı ve zayıf uygulama metotları yer altı ve yüzey suları içerisinde gübre taşınmasına neden olmaktadır. Colorado State Üniversitesinde gübre etkinliğini arttırmak için yapılan çalışmalarda, ekim öncesi N uygulamalarının yıkanma ve denitrifikasyonla kaybı tüm uygulamanın %25 civarında olduğu bildirilmiştir (United States Enviromental Protection Agency of Water).

İşlemesiz mısır tarımında yüksek N gereksinimi, N kullanım etkinliğini ve optimum verim için yönetim stratejilerini geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Azotlu gübre V6 döneminde uygulandığı zaman rekebet edilebilir ekonomik bir verim elde edildiğini, çünkü azotun gaz olarak kaybı düşük olduğu gibi nitrat yıkanmasının da azaldığını saptamışlardır. Sonuç olarak, yürüttükleri çalışmada işlemesiz mısır tarımında nitrat yıkanmasının önemli bir N kaybı mekanizması olduğunu bildirmişlerdir (Rozas ve ark., 1999).

Azot dozu ile mısır bitkisinin büyümesi ve tane verimi arasında direk bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Jokela ve Randall, 1989; Cullough, 1994). Bu nedenle, konvensiyonel mısır çeşitleri ile yapılan çalışmaların (Chevalier ve Schrader, 1977), gösterdiğine göre, mısır çeşitlerinin N kullanılabilirliğine gösterdikleri tepkilerin çeşitlerin farklılığından ileri gelmektedir.

2.3. İnhibitör Uygulamaları

Toprakta nitrata yıkanmasının azaltılmasına bağlı olarak üreticilerin ekonomik girdilerin düşürülmesi, yüzey ve yüzey altı sularında nitrat birikiminden kaynaklanan dolaylı oluşan besin elementi yükünün azaltılması ve ekolojik zararın en aza indirilmesi, insan ve hayvan sağlığının korunması adına önemlidir (Kanthé ve ark., 2016).

Pek çok çalışma göstermiştir ki nitrifikasyon inhibitörlerinin etkisiyle üre-amonyum kökenli azot gübrelerinin etkinliği artmış ve topraktan yıkanarak uzaklaşan nitrat kayıpları azalmış bununla beraber kademeli olarak N₂O kayıpları da azalmıştır (Linzmeier, 2001; Di ve Cameron, 2002; Hatch, 2005; Zaman, 2009; Chen, 2010).

Son yıllarda araştırmacılar yeni nitrifikasyon inhibitörlerinden biri olan ve pek çok bilim adamının dikkatini çekmiş olan 3,4-dimethylpyrazole (DMPP) üzerine yoğunlaşmıştır. Düşük uygulama miktarları, etkinliğinin yüksek olması, dicyandiamide (DCD) göre suda çözünürlüğünün düşük olması ve verimi arttıran gübrelere birlikte uygulanıyor olması başlıca avantajları arasındadır (Weiske, 2001; Zerulla, 2001).

Ototrofik amonyak okside eden bakterilerin (AOB) amonyak oksidasyonunda en etkili faktör olduğu düşünülürken (Erguder, 2009), yaptıkları çalışma sonucunda amonyak oksitleyen archaea (AOA) grubunda düşük besin ortamında ve düşük pH koşullarında azot döngüsü üzerinde etkili olduğunu fark etmişlerdir.

Kısa dönem inkübasyon çalışmaları sonucunda DMPP uygulamasının ardından toprak populasyonunda AOB bolluğu azalırken AOA miktarında ciddi değişiklikler olmadığı gözlemlenmiş populasyon oranlarında ki değişimler hakkında kesin bilgiler elde edilmesi adına uzun süreli inkübasyon çalışmaları yapılması gerektiği DMPP'nin toplam toprak bakterileri üzerindeki etkisi hakkındaki bilgilerin yetersiz olduğunu belirtilmiştir (Kleineidam, 2011; Di ve Cameron, 2011).

Toprak ekosisteminin hassasiyeti göz önünde bulundurulunca nitrifikasyon inhibitörlerinin dikkatli bir şekilde uygulanması gerektiği, uygulamanın özellikle bakteriyel topluluğa olumsuz etkiler göstermemesinin önemini vurgulayan Callaghan ve arkadaşları (2010), üre+DCD kombinasyonu ile yaptıkları çalışmada pH ile bakteri popülasyonu varlığı üzerinde DCD uygulanmasının çok düşük değişikliklere sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Rangina ve Prosser (2010), yaptıkları bir çalışmada toprakta nitrat üretiminin büyük oranda AOA varlığına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Buna karşın Chen (2011), Höfferle (2010), Jia ve Conard (2009), nitrifikasyon inhibitörünün bakteriyel popülasyonları üzerindeki etkileri ile ilgili yaptıkları çalışmalarında üre uygulamasında AOB miktarında ciddi artışlar görülürken DMPP uygulamasında benzer şekilde azalmalar olduğunu gözlemlemişlerdir.

Jia ve Conard (2009), göre farklı inhibitör uygulamalarının AOA ve AOB popülasyonları üzerinde farklı etkiler yaratmasının en önemli sebebi çevre koşullarının yanı sıra gelişme ortamında ihtiyaç duydukları, kendi enerjilerini sentezlemek amacıyla kullandıkları azot tercihlerinin heterotrofik veya mizotrofik olmaları dolayısıyla farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Zhang ve ark. (2013), Çinin kuzeyinde DMPP uygulamasının topraktaki ekolojik etkileri ve toprak bakteri popülasyonu üzerine yaptıkları bir araştırmada 180 kg N ha⁻¹ üre ve 1.8 kg DMPP uygulaması sonucunda toprak popülasyonunda AOB bakterilerinin miktarlarında ciddi düşüşler gözlemlemiş buna karşın AOA miktarlarında ise kayda değer bir değişim gözlemlememişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Toprak özellikleri

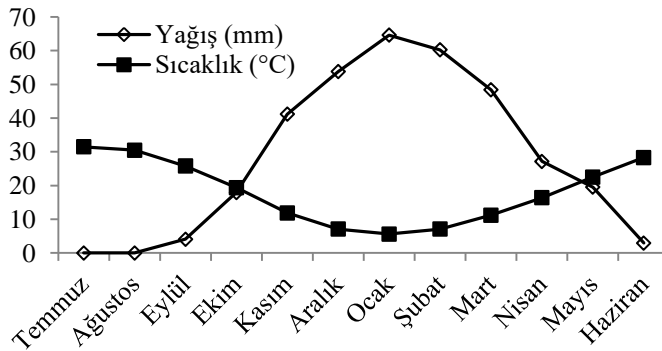
Deneme Haran Ovasında kurulmuş olup; Şanlıurfa Harran merkezde, mısır arazisinde kurulmuştur. Deneme alanı yarı kurak iklime sahip olan bölgede bulunup deneme alanının toprak özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme kurulan arazinin toprak özellikleri

pH (Sat)	EC (dS/m)	OM (%)	Kireç (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
7.78	1.74	1.45	28.1	0.37	183

3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanının genel olarak iklimi kurak olup yazları aldığı yağış miktarı düşüktür. Karasal iklime sahip olan bölgede sulama yapılmadan tarımsal faaliyetlerin yürütülmesi çok güç olmaktadır. Bölgede bulunan kuyular ve sulama kanalları ile mısır ve pamuk gibi sıcak iklim bitkilerinin tarımı yapılabilmektedir. Araştırma alanının yağış ve sıcaklık verileri aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma alanının yağış ve sıcaklık verileri

3.1.3. Mısır çeşidi

Sygenta NK Famosa mısır çeşidi, daneleri derin ve portakal renklidir. Ortalama olarak 115 günlük bir mısır çeşididir. Orta boyu, güçlü sap yapısı ve yüksek yatma toleransına sahiptir. Kök sisteminin derin olmasından dolayı besin elementi alımı ve su emme potansiyeli yüksektir. Bu sayede kuraklığa karşı toleransı yüksektir. Yarı dik yapraklı bitkisi sayesinde yüksek sıcak toleransı sağlayabilen bir çeşittir (Anonim, 2017). Ekim sıklığı 8000-8400 bitki/dekar'dır. Dane kuruma özelliği hızlıdır. Hektolitresi iyi, adaptasyon yeteneği yüksek olan bir çeşittir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması

Tarla ortamında ikinci ürün mısır yetiştirme döneminde kurulmuş olup deneme Sygenta NK Famosa mısır çeşidi üzerinden tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur. Deneme 3'er adet tekerrür olmak üzere 3 konu üzerine kurulmuştur. Deneme kurulumunda 2,80x6 metrekairelik parseller oluşturulmuştur. Bu parsellerde sıra üzeri 20 cm ekim sıra arası 70 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Her parsel arasında 2'şer metrelik boşluklar bırakılmıştır. Gübre uygulamalarında ise bölge şartlarında çiftçilerin uygulama ortalamaları esas alınarak belirlenmiştir.

Denemede taban gübresi olarak 3.6 kg/da (DAP 18-46-0) saf azot bütün parsellere, geri kalan kısmı bitki 8-10 yapraklı olduğu dönemde 21.4 kg/da saf azot olacak şekilde kontrol parsellerine uygulanmıştır.

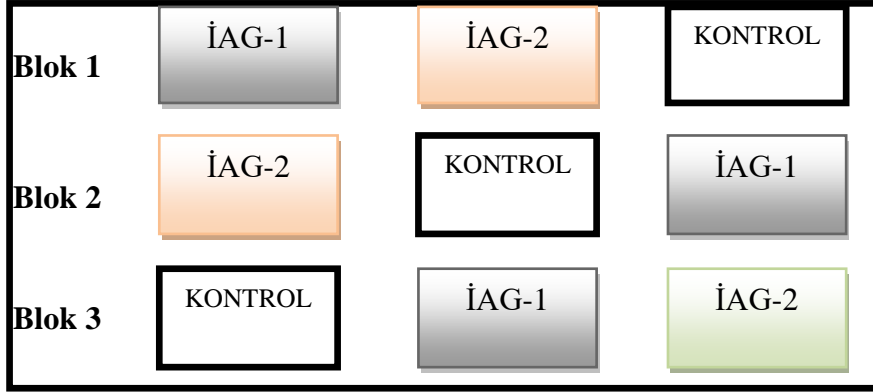
Not: Kontrol gurubuna 21.4 kg/da saf azot (üre % 46 N) uygulanmasının nedeni Harran ovası çiftçilerinin uygulamalarından yola çıkarak deneme parsellerine uygulanmıştır.

Deneme alanında toprak örnekleme ekim öncesi 07.07.2017 tarihinde yapılmıştır. Toprak örnekleri üzerinde gerekli analizler yapıldıktan sonra gübreleme planlaması oluşturulmuş olup bölge şartlarında çiftçi uygulamaları da göz önünde

bulundurularak belirlenmiştir. Toplamda 4.4 kg/da tohum kullanarak 09.07.2017 tarihinde mısır ekimi gerçekleştirilmiş olup gübre uygulama tarihi 01.08.2017'dir. Sulama işlemi ise 02.08.2017 tarihinde başlamış olup bu tarihten itibaren toplamda 8 defa olmak üzere her 8-10 günde bir yapılmıştır. 20.07.2017 ve 29.07.2017 tarihlerinde ise arazide gerekli ilaçlama uygulamaları yapılmıştır. Yapılan ilaçlama işlemi % 5 Emamectin Benzoate 40 g da⁻¹, 50g Lamda-cyhaothrin 100cc da⁻¹, 40g L⁻¹ Nicosulfuron 1500cc da⁻¹, % 65,9 Dıcamba ve %4,1 triasulfuron 15g da⁻¹ olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.2. Zamana bağlı Bitki gelişimi gösteren görüntü



Şekil 3.3. Tesadüf blokları deneme desenine göre hazırlanmış deneme planı.

(İAG-1): İnhibitörlü Azot Gübresi(%45 N) 6.3 kg/da saf azot uygulaması,
 (İAG-2): İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 12.6 kg/da saf azot uygulaması,
 Kontrol; Üre(%46 N) 21.4 kg /da saf azot uygulaması.

3.2.2. Toprak ve bitki analiz metotları

Deneme alanının toprak özellikleri Kaçar (2009) tarafından belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Toprak analizleri; Organik Madde (OM) içeriği ile Walkley-Black Metoduna göre dikromat oksidasyonu ile; pH, EC verileri saturasyon çamurunda; Kireç içeriği Scheibler Kalsimetresi ile manometrik olarak; spektrofotometrede yardımıyla Olsen metodolojisine göre fosfor içeriği; ICP-OES cihazında yarıyıllı potasyum içeriği amonyum asetat ekstraksiyonu yöntemiyle belirlenmiştir.

Deneme süresince bir kez yaprak örnekleme işlemi yapılmış örneklemeler gelişimini tamamlamış genç yapraklar arasından yapılmıştır. Deneme alanının birinci ve ikinci sırasından yaprak örnekleri alınarak yapraklardaki azot miktarları için ilk ve ikinci okumalar belirlenmiştir. Yaprakların azot içerikleri Dumas metoduna göre Elementel Azot Analiz cihazı ile belirlenmiş, ilki 29.08.2017 ve ikincisi 11.09.2017 tarihlerinde olmak üzere yapraklarda Klorofil Floresens Cihazı fotosentetik pigment içeriği ve SPAD cihazı ile klorofil içeriği belirlenmiştir. 22.11.2017 tarihinde hasat yapılmıştır. İlk iki sıra yaprak örnekleri için kullanıldığından kalan iki sıra hasat için kullanılmıştır. Ayrıca hasat sırasında alınan bitkilerin biomas ağırlıkları belirlenerek uygulama konularının mısır dane verimleri belirlenmiştir.

3.3. İstatistik Değerlendirme

Deneme boyunca gözlemlenen parametreler tesadüf blokları deneme desenine göre SPSS istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 önem seviyesinde Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Mısır Yapraklarının Azot İçerikleri ve Verim Değerleri

Mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresinin uygulanması sonucunda; mısır yapraklarının azot içeriğinde bir artış meydana gelmemiş ve uygulamalar arasında meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemsiz bulunmuştur. Ancak, inhibitörlü azot gübresi uygulanması sonucunda mısır bitkisinin veriminde artış meydana gelip, uygulama dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmaz iken ($P<0.05$), kontrol ile kıyaslandığında inhibitörlü azotlu gübre uygulanması sonucunda mısır veriminde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisi yapraklarının azot içerikleri ve verim değerleri

	Azot (%)	Verim (kg/da)
Kontrol	3.55	1581.7b
İAG1	3.59	1705.0a
İAG2	3.66	1806.3a
$P<0.05$	0.645	0.007

İAG1: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 6.3 kg/da saf azot uygulaması, İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 12.6 kg/da saf azot uygulaması, Kontrol; Üre (%46 N) 21.4 kg /da saf azot uygulaması.

Mısır yetiştirilen parsellere uygulama olarak artan dozlarda inhibitör içeren gübre uygulanmasına rağmen bitki azot içeriklerindeki artış çok artmamakla birlikte istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diez-Lopez ve ark. (2008) tarafından mısır yetiştirilen araziye artan dozlarda azotlu gübre ve nitrifikasyon inhibitörünü uyguladıkları çalışma sonucuna göre artan gübre dozları ile birlikte mısırın topraktan kaldırdığı azot miktarının arttığını, nitrifikasyon inhibitörü uygulamasının bitki azot alımı üzerine etkisinin istatistiksel ($P<0.05$) olarak önemli olduğunu, ancak istatistiksel olarak önemli artışın normal azotlu gübre uygulaması üzerine fazladan gübre eklenmesi sonucunda meydana geldiğini belirtmişlerdir. Benzer olarak, Pengthamkeerati ve Modtad (2016), Thailand'ta mısır yetiştirilen araziye nitrifikasyon

inhibitörünün uygulanması sonucunda bitkinin topraktan kaldırdığı azot miktarında artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Mısır yetiştirilen parsellere inhibitörlü azotlu gübre (İAG) uygulanması sonucunda mısır tane veriminde artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.1) Çalışma sonuçlarımıza benzer olarak, Nelson ve Huber (1992), mısır bitkisine nitrifikasyon inhibitörünün uygulanması sonrasında meydana gelen veriminin farklı ekolojik koşullara göre % 5- 30 arasında arttığını belirtmişlerdir.

Liu ve ark. (2013), buğday mısır münavebesi yapılan arazide azotlu gübre kaynağı olarak ürenin kullanıldığı ve mısırın yetiştirildiği araziye iki farklı nitrifikasyon inhibitörünü uygulamışlardır ve mısır veriminin sadece üre uygulanan (kontrol) parselde göre inhibitör uygulanan parsellerde % 12 arttığını, ancak artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Lopez ve ark. (2008), mısır yetiştirilen araziye artan dozlarda azotlu gübre ve nitrifikasyon inhibitörünü uyguladıkları çalışma sonucuna göre artan gübre dozları ile birlikte mısır tane veriminin arttığını, nitrifikasyon inhibitörünün tane verimi üzerine etkisinin istatistiksel ($P<0.05$) olarak önemli olduğunu, ancak istatistiksel olarak önemli artışın normal azotlu gübre uygulaması üzerine fazladan gübre eklenmesi sonucunda meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Yang ve ark. (2016), iki farklı nitrifikasyon inhibitörünün mısır yetiştirilen toprağa uygulanması sonucunda mısır veriminde istatistiksel olarak önemli artışların meydana geldiğini ve bu değişimin ekonomik olarak çitçi bütçesini pozitif yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir.

4.2. Mısır Yapraklarının SPAD ve Maksimum Floresans Değerleri

Mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresinin uygulanması sonucunda; mısır yapraklarının maksimum floresans okumalarında (Fv/Fm) bir artış meydana gelirken ve uygulamalar arasında meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Ancak, inhibitörlü azot gübresi uygulanması sonucunda, 29.08.2017 tarihinde yapılan SPAD 1. okumaları arasında kontrole göre artış meydana gelip, uygulama dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunurken ($P<0.05$), 11.09.2017 tarihinde yapılan SPAD 2. okumaları arasında bir değişkenlik olmayıp, uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisinin maksimum floresans (Fv/Fm) ve SPAD değerleri

	Fv/Fm	SPAD 1. okuma	SPAD2. Okuma
Kontrol	0.757b	58.7b	49.6
İAG1	0.792a	60.3a	50.3
İAG2	0.785a	61.5a	51.2
$P<0.05$	0.006	0.001	0.072

İAG1: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 6.3 kg/da saf azot uygulaması, İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 12.6 kg/da saf azot uygulaması, Kontrol; Üre (%46 N) 21.4 kg /da saf azot uygulaması.

İnhibitörlü gübre uygulanması ile birlikte mısır yapraklarının maksimum floresans okumalarında artışlar meydana gelmiştir. Araştırma sonuçlarımıza benzer olarak, Netto ve ark. (2005), kahve bitkisinde yapraktan maksimum floresans okuması ve SPAD okuması değerleri arasında önemli pozitif ilişki olduğunu, yaprakların klorofil içeriğinin artmasıyla birlikte maksimum floresans okuması değerlerinin de arttığını belirtmişlerdir. Zivcak ve ark. (2014), buğday bitkisine artan miktarlarda azotlu gübre uygulaması sonrasında maksimum floresans değerlerinde değişme meydana gelmez iken, maksimum floresans değerleri ile hesaplanan performans indeks yaprak oranı değerinin arttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yaprakların maksimum floresans okumaları inhibitörlü azotlu gübre uygulanması ile birlikte artmıştır.

İnhibitörlü azotlu gübrenin uygulanması sonrasında ekimden 40 gün sonra yapılan SPAD okuması değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu ve inhibitörlü gübre uygulaması ile bitki SPAD okumasının arttığı gözlemlenmiştir. Ancak ekimden 50 gün sonra yaprakların SPAD okuması değerleri inhibitörlü gübre uygulaması ile artmasına rağmen artışlar istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre, azotlu gübre dozu uygulamasının artması ile birlikte yaprak SPAD okumalarında ve klorofil içeriklerinde artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir (Hokmalipour ve Darbandi, 2011; Bragagnolo ve ark., 2013; Elli ve ark., 2015). Bizim çalışmamızda inhibitörlü azotlu gübre uygulaması sonrasında SPAD değerlerinin artmasının sebebinin nitrifikasyon inhibitöründen kaynakladığı düşünülmektedir.

4.3. Mısır Vejetatif Aksamının Yaş ve Kuru Ağırlıkları

Mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresinin uygulanması sonucunda; mısır koçanının yaş ağırlığı ve bitki yaş ağırlığında istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bir farklılık meydana gelmemiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisinin koçan ve bitki yaş ağırlıkları

	Koçan yaş ağırlığı (g/adet)	Yaş Bitki Ağırlığı (gr/bitki)
Kontrol	663.6	1644
İAG1	715.7	1701
İAG2	738.0	1750
$P<0.05$	0.131	0.471

İAG1: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 6.3 kg/da saf azot uygulaması, İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 12.6 kg/da saf azot uygulaması, Kontrol; Üre (%46 N) 21.4 kg /da saf azot uygulaması.

İnhibitörlü azotlu gübre kullanımına bağlı olarak mısır koçan yaş ağırlığı ve bitki yaş ağırlığı artmasına rağmen, uygulama konuları arasındaki artışlar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmamıştır. Araştırma sonuçlarımıza benzer olarak, Lopez ve ark. (2008), mısır yetiştirilen araziye artan dozlarda azotlu gübre ve nitrifikasyon inhibitörünü uyguladıkları çalışma sonucuna göre artan gübre dozları ile birlikte

mısır kuru madde miktarının arttığını, ancak nitrifikasyon inhibitörü uygulamasının kuru madde üretimi üzerine etkisinin istatistiksel ($P<0.05$) olarak önemli olduğunu, ancak istatistiksel olarak önemli artışın normal azotlu gübre uygulaması üzerine fazladan gübre eklenmesi sonucunda meydana geldiğini belirtmişlerdir. Liu ve ark. (2013), buğday mısır münavebesi yapılan arazide azotlu gübre kaynağı olarak ürenin kullanıldığı ve mısırın yetiştirildiği araziye iki farklı nitrifikasyon inhibitörünü uygulamışlardır ve toprak üzerinde bitki kısmının sadece üre uygulanan (kontrol) parselde göre inhibitör uygulanan parsellerde % 13 arttığını, ancak artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresinin uygulanması sonucunda; mısır koçanının kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığında bir artış meydana gelip, uygulamalar arasındaki farklılıklar koçan kuru ağırlığı için istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunurken, bitki kuru ağırlığı için istatistiksel olarak önemsiz ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Tarla koşullarında yetişen mısır bitkisinin koçan ve bitki kuru ağırlıkları

	Koçan kuru ağırlığı (g/adet)	Kuru Bitki ağırlığı (g/bitki)
Kontrol	387.0b	680.5
İAG1	453.4a	708.0
İAG2	475.0a	728.0
$P<0.05$	0.004	0.140

İAG1: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 6.3 kg/da saf azot uygulaması, İAG-2: İnhibitörlü Azot Gübresi (%45 N) 12.6 kg/da saf azot uygulaması, Kontrol; Üre (%46 N) 21.4 kg /da saf azot uygulaması.

Nitrifikasyon inhibitörünün uygulanması sonrasında koçan kuru ağırlığında artışlar meydana gelmiş ve bu artışların nitrifikasyon inhibitöründen kaynakladığı düşünülmektedir. her ne kadar bitki kuru ve yaş ağırlığında artışlar meydana gelmesine karşın, nitrifikasyon inhibitörü uygulanması ile birlikte verim ve bitki kuru ve yaş madde üretiminde azalmalarda meydana gelmektedir. Mahmood ve ark. (2011), pamuk yetiştirilen saksılara üre gübresi ve nitrifikasyon inhibitörünü birlikte uyguladıkları araştırma sonucuna göre, nitrifikasyon inhibitörünün bitki kök, gövde ve kozadaki tohum ağırlığı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$)

olduğunu, ancak uygulama birlikte kök, gövde ve kozadaki tohum ağırlığında azalmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Buna zıt olarak, Carey ve ark. (2014), mera arazisine sadece nitrifikasyon inhibitörünün uygulanması sonrasında mera kuru madde üretiminde artış meydana gelmezken, ürün ve nitrifikasyon inhibitörünün birlikte uygulanması ile birlikte kuru madde üretiminin arttığını belirtmişlerdir. Scheer ve ark. (2016), brokoli ve marul bitkisine artan dozlarda nitrifikasyon inhibitörünün uyguladıkları çalışmanın sonuçlarına göre, nitrifikasyon inhibitörünün düşük dozlarda yeşil aksam üretimi düşürdüğünü, ancak artan dozlar ile yeşil aksam üretiminin artmasına rağmen kontrolden daha fazla artış sağlanamadığını belirtmişlerdir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Araştırmamıza konu olan inhibitörlü azotlu gübrenin mısır bitkisine uygulanmasıyla birlikte;

Mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresinin uygulanması sonucunda mısır yapraklarının azot içeriklerinde artış meydana gelmezken topraktan inhibitörlü gübre uygulanmasıyla mısır veriminde buna bağlı olarak bin dane veriminde artış gözlemlenmiştir.

Benzer şekilde mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresi uygulanması neticesinde ekimden 40 gün sonra yapılan ilk SPAD okumaları sonuçlarına göre yaprak klorofil içeriklerinde uygulanan dozlara paralel olarak önemli bir artış meydana gelmiş fakat mısır yapraklarında ekimden 50 gün sonra yapılan ikinci SPAD okumalarından elde edilen sonuçlarda ise olmamıştır. İlk okumalarda elde edilen mısır yapraklarında meydana gelen klorofil içeriğindeki artışın nitrifikasyon inhibitöründen kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda kimden 50 gün sonra yapılan klorofil okumalarında meydana gelen oransal azalmanın sebebi yaprak alanında meydana gelen büyümeye bağlı olarak klorofil konsantrasyonunun azalmasıdır. Mısır bitkisi klorofil içeriğine benzer şekilde maksimum floresans değerlerinde de uygulanan azot dozlarına bağlı olarak klorofil içeriğine paralel artışlar gözlenmiştir.

Artan gübre dozları ve inhibitör uygulamasıyla birlikte kuru bitki ağırlığında istatistiksel olarak önemsiz bulunan bir artış gözlemlenmiştir. Mısır bitkisine topraktan inhibitörlü azot gübresinin uygulanması sonucunda mısır koçanının kuru ağırlığı ve bitki kuru ağırlığında bir artış meydana gelmiş ve bu artış uygulanan gübre dozlarıyla paralellik göstermiştir.

5.2. Öneriler

Çalışma konusu uygulanan azotlu gübreden yetiştirilen bitkinin tam olarak yararlanamaması ve uygulanan azotlu gübrenin NO_x gazları şeklinde atmosfere salınımından dolayı küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Bu yüzden bölgede yaygın yetiştirilen mısır ve pamuk gibi bitkilerde farklı amenajman teknikleri (organik materyal uygulanması ya da endüstriyel bir atığın uygulanması vb.) ile inhibitörlü azotlu gübrelerin birlikte uygulanması ile bu gübrelerden bitkinin daha etkili beslenmesi sağlanabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle elde edilen veriler dahilinde uygulama konularını farklı uygulamalar ile kombine hale getirilmesi sonucunda bu gübrenin daha etkili sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Inhibitörlü gübre diğer üre gübresine oranla daha maliyetlidir. Ama inhibitörlü gübre diğer gübreye göre % 30 oranla daha az uygulandığı için toplamda maliyette % 25 değerinde azalma olmuştur.

Verimde ise inhibitörlü gübre uygulaması diğer üre gübremize göre % 20-25 oranında artış olmuştur.

Verim ve gübre maliyetinde karımız toplamda % 30 dolaylarında olmuştur. Bu nedenle inhibitörlü gübre kullanımını tavsiye edilebiliriz.

KAYNAKLAR

- AKTAŞ, M. ve ATEŞ, A., 1998. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları. Nurol Matbaacılık A.Ş, Ankara.
- AMBERGER, A., 1986. Potentials of Nitrification Inhibitors in Modern N Fertilizer Management. Z.Pflanzenernaehr. Bodenk, 149: 469-484.
- AMBERGER, A., 1990. Effects of the Nitrification Inhibitors 1-amidino-2-thiourea and dicyandiamide in Combination with Urea and Ammonium Sulphate Fertilizer Research, 21: 179-183.
- ANDRASKI, T.W., BUNDY, L.G., and BRYE, K.R., 2000. Crop management and corn nitrogen fate effects on nitrate leaching. J. Environ. Qual., 29: 1095-1103.
- AYDIN, H., 1991. Çukurova koşullarında ikinci ürün mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) değişik azot dozları ve sıra arası mesafelerinin verim ve verim unsurlarına etkisi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Adana, 55 s.
- BALKO, L.G. and RUSSELL, W.A., 1980. Effects of nitrogen fertilizer on maize inbred lines and hybrid progeny. I. Prediction of yield response. Maydica, 25: 65-79.
- BROWN, D.M., 1986. Corn yield response to irrigation, plant population and nitrogen in a cool humid climate. Can. J. Plant. Sci., 66: 453-464.
- BRYE, K.R., NORMAN, J.M., BUNFY, L.G. and GOWER, S.T., 2001. Nitrogen and carbon leaching in agro ecosystems and their role in denitrification potential. J. Environ. Qual., 30:58-70.
- BUNDY, L.G. and CARTER, P.R., 1988. Corn hybrid response to nitrogen fertilizer in the Northern corn belt. J. Prod. Agric., 1:99-104.
- BYRNES, B. H., 1990. Environmental effects of N fertilizer use- An Overview, Fert. Res. 26: 209-215.
- CAREY, P.L., CAMERON, K.C., Dİ, H.J. and ROBERTS, A.H.C., 2014.Effect of urine, potassium and dicyandiamide application on pasture production from a free-draining Canterbury dairy pasture soil. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2014.
- CHEN, D.L., HELEN, C.S., ISLAM, A. and ROBERT, E., 2010. Influence of nitrification inhibitors on nitrification and nitrous oxide (N₂O) emission from a clay loam soil fertilized with urea. Soil Biology and Biochemistry, 42: 660-664.
- CHEN, X., ZHANG, L.M., SHEN, J.P., WEİ, W.X. and HE, J.Z., 2011. Abundance and community structure of ammonia-oxidizing archaea and bacteria in an acid paddy soil. Biology and Fertility Soils, 47: 323- 331.
- CHEVALIER, P. and SCHRADER, L.E., 1977. Genotype differences in the nitrate absorption and partitioning of N among plant parts in maize. Crop Sci., 17: 897-901.
- ÇEPE, N., 1996. Toprak İlmî. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın, No: 438, İstanbul.

- ÇULLU, M, A., ÜLGER, A, C., GÜZEL, N. ve ORTAŞ, İ., 1996. Bazı melez mısır çeşitlerinin artan azot dozlarına tepkilerinin saptanması, Tr, Journal Of Agriculture and Forestry, 23 (1999), Ek Sayı, 1: 115-124.
- DÍ, H.J. ve CAMERON, K.C. 2002. The use of a nitrification inhibitor, dicyandiamide (DCD), to decrease nitrate leaching and nitrous oxide emissions in a simulated grazed and irrigated grassland. Soil Use and Management. 18: 395-403.
- DÍ, H.J. and CAMERON, K.C., 2011. Inhibition of ammonium oxidation by a liquid formulation of 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) compared with a dicyandiamide (DCD) solution in six new Zealand grazed grassland soils. Journal of soils and sediments. 11: 1032- 1039.
- DÍ, H.J., CAMERON, K.C., SHEN, J.P., HE, J.Z., WINEFIELD, C.S., 2009. A lysimeter study of nitrate leaching from grazed grassland as affected by a nitrification inhibitor, dicyandiamide, and relationships with ammonia oxidizing bacteria and archaea. Soil Use and Management, 25: 454- 461.
- DÍ, H.J., CAMERON, K.C., SHERLOCK, R.R., SHEN, J.P., HE, Z.J. and WINEFIELD, C.S., 2010. Nitrous oxide emissions from grazed grassland as affected by a nitrification inhibitor, dicyandiamide, and relationships with ammonia-oxidizing bacteria and archaea. Journal of Soils and Sediments, 10: 943- 954.
- DÍEZ-LÓPEZ, J. A., HERNÁNDEZ-ALGARRA, P., ARAUZO-SÁNCHEZ, M. and CARRASCO-MARTÍN, I. 2008. Effect of a nitrification inhibitor (DMPP) on nitrate leaching and maize yield during two growing seasons. Journal of Agricultural Research, Spanish, 6: 294-303.
- DORAN, J.W., 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am.J., 44: 765-771.
- ERGUDER, T.H., BOON, N., WITTEBOLLE, L., MARZORATI, M. and VERSTRAETE, W., 2009. Environmental factors shaping the ecological niches of ammonia oxidizing archaea. FEMS Microbiol Rev, 33: 855–869.
- FAGERIA, N.K., BALIGAR, V.C. and JONES, C.A., 2011. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 3rd Edition, CRC Pres, Boca Raton, FL, USA.
- FAKOREDE, M.A.B. and MOCK, J.J., 1982. Correlated responses to recurrent selection for grain yield in maize. Iowa state Univ. Exp. Stn. Res. Bull., 596p.
- FOX, R.H. and MACNEAL, K.E., 2001. Comparison of late seasons diagnostic tests for predicting nitrogen stalks of corn. Agronomy Journal, 93: 590-597.
- FRANCIS, D.D., SCHEPERS, V.S. and VIGIL, M.F., 1993. Post-anthesis nitrogen loss from corn. Agron. J, 85:659-663.
- GUBRY-RANGINA, C., NICOL, G.W., PROSSER, J.I. 2010. Archaea rather than bacteria control nitrification in two agricultural acidic soils. FEMS Microbiology Ecology. 108: 566-574.
- GÜZEL, N., GÜLÜT, K.Y. ve BÜYÜK, G., 2004. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- HATCH, D., TRINDADE, H., CARDENAS, L., CARNEIRO, J., HAWKINS, J., SCHOLEFIELD, D. and CHADWICK, D., 2005. Laboratory study of the effects of two nitrification inhibitors on greenhouse gas emissions from a

- slurry-treated arable soil: impact of diurnal temperature cycle. *Biology and Fertility of Soils*, 41: 225-232.
- HATLITLIGİL, M.B., OLSON, R.A. and COMPTON, W.A., 1984. Yield, water use and nutrient uptake of corn hybrids under varied irrigation and nitrogen regimes. *Fert. Res.*, 5: 321-333.
- HAVLİN, J. L., BEATON, J. D., TİSDALE, S. L., NELSON, W. L., 1999. Toprak Verimliliği ve Gübreler, Bitki Besin Elementi Yönetimine Giriş, (Çev. N. Güzel ve K. Y. Gülüt, 2003), Bitki Besin Elementi Yönetimine Giriş, 6. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 253, Yardımcı Ders Kitapları Yayın No: B-22, Adana, 2003, 654 s.
- HERNÁN, R., SAINZ, R., HERNÁN, F., ECHEVERRIA, H.E. and PABLO, A.B., 2004. Nitrogen balanced as affected by application time and nitrogen fertilizer rate in irrigated no-tillage maize. *Argon. Jour. Nov/Dec.*, 96:6-622.
- HILTON, B.R., FIXEN, P.E. and WOODWARD, H.J., 1994. Effects of tillage, nitrogen placement, and wheel compaction on denitrification rate in the corn cycle of a corn-oats rotation. *J. Plant. Nutr.*, 17:1341-1357.
- HOKMALİPOUR, S. and DARBANDİ, M.H., 2011. Effects of nitrogen fertilizer on chlorophyll content and other leaf indicate in three cultivars of maize (*Zea mays* L.). *World Applied Sciences Journal* 15, 1780: 1785- 2011
- HÖFFERLE, Š., NİCOL, G.W., PAL, L., HACİN, J., PROSSER, J.I. and MANDİC-MULEC, I., 2010. Ammonia supply rate influences archaeal and bacterial ammonia oxidizers in a wet land soil vertical profile. *FEMS Microbiology Ecology*, 74: 302-315.
- İBRİKÇİ, H., ÜLGER, A.C., ŞEN, H.M., BÜYÜK, G., GÜZEL, N., ÇAKIR, B., ve İNAN, İ.H., 2001. Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği. T.Ü. Ziraat Fakültesi Öğrencileri için Hazırlanmış Ders Kitabı 5. Baskı, Yayın Kodu: ISBN 975- 93281. Tekirdağ. Baskı: Avcı Ofset, İstanbul.
- İLBEYİ, A., HALİTLİGİL, B., ve AKIN, A., 1997. Nevşehir Derinkuyu yöresinde azotlu gübrenin patatesin verimine etkisinin ve yer altı suyunu kirletme potansiyelinin ¹⁵N tekniği ile belirlenmesi, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 208, Rapor Serisi No: 114, Ankara.
- JİA, Z. and CONARD, R. 2009. Bacteria rather than Archaea dominate microbial ammonia oxidation in an agricultural soil. *Environmental Microbiology*, 11: 1658-1671.
- JOKELA, W.E., and RANDALL, G.W., 1989. Corn yield and residual soil nitrate as affected by time and rate of nitrogen application. *Agron. J.*, 81:720-726.
- KANAMPIU, F.K., RAUN, W.R., JOHNSON, G.V. and ANDERSON, M.P., 1997. Effect of nitrogen rate on plant nitrogen loss in winter wheat varieties. *J. of Plant Nutr.*, 20: 389-404.
- KANTARCI, M. D., 2000. Toprak İlmi. İ.Ü Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ. Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.
- KANTHLE, A. K., LENKA, N. K., LENKA, S., and TEDİA, K., 2016. Biochar impact on nitrate leaching as influenced by native soil organic carbon in an Inceptisol of central India. *Soil and Tillage Research*, 157: 65-72.
- KLEİNEİDAM, K., KOSMRLJ, K., KUBLİK, S., PALMER, I., PFAB, H., RUSER, R., FIEDLER, S., and SCHLOTTER, M., 2011. Influence of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP) on

- ammonia-oxidizing bacteria and archaea in rhizosphere and bulk soil. *Chemosphere*, 84: 182-186.
- KNUDSEN, M. T., KRISTENSEN, I. S., BERNTSEN, J., PETERSEN, B. M. and KRISTENSEN, E. S., 2005. The effect of organic farming on N leaching loss. *Organic Eprints-4637*, (www.orgprints.org), 2005.
- KOUTROUBAS, S.D., NTANOS, D.A., 2003. Genotypic differences for grain yield and nitrogen utilization in Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions *Field Crops Research*, 83: 251–260.
- LATIRI-SOUKI, K., NORTCLIFF, S., and LAWLOR, D.W., 1998. Nitrogen fertilizer can dry matter, grain production and radiation and water use efficiencies for durum wheat under semi-arid conditions. *Eur.J. Agron*, 9: 21-34.
- LINZMEIER, W., GUTSER, R., SCHMIDHALTER, U., 2001. Nitrous oxide emission from soil and from a nitrogen-15-labelled fertilizer with the new nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP). *Biology and Fertility of Soils*, 34: 103-108.
- 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: 2427–2437.
- LOPEZ-BELLIDO, R.J., 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. *Field Crops Research*, 71: 31-46.
- MAHMOOD, T., ALI, R., LATIF, Z. and ISHAQUE, V., 2011. Dicyandiamide increases the fertilizer N loss from an alkaline calcareous soil treated with 15N-labelled urea under warm climate and under different crops. *Biol Fertil Soils*, 47: 619-631
- MARSCHNER, H., 1984, Einfluß von Standort und wirtschafsbedingungen auf die Nitratgehalte in verschiedenen pflanzenarten, *Landwirtschaftliche Forschung Sonderheft 41, Kongressband*.
- MCCULLOUGH, D.E., GIRARDIN, P., MIHAJLOVIC, M., AGUILERA, A. and TOLLENAAR, M., 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and a new maize hybrid. *Can. J. Plant Sci.*, 74: 471-477.
- MORDOĞAN, N. ve YAŞAR, M. 1999. İzmir ve civarında ıspanak yetiştirilen toprakların ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) bitkisinin nitrat-nitrit içerikleri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Cilt:36, Sayı:1-2-3, 1999, İzmir.
- NETTO, A.T., CAMPOSTRINI, E., de OLIVEIRA, J.G. and BRESSAN-SMITH, R.E., 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104: 199-209
- O'CALLAGHAN, M.E.M., GERARD, P.E., CARTER, R., LARDNER, U., SARATHCHANDRA, G., BURCH, A. and BELL, N., 2010. Effect of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) on microbial communities in a pasture soil amended with bovine urine. *Soil Biology and Biochemistry*, 42: 1425-1436.

- OLSON, R.A. and KURTZ, L.T., 1982. Crop nitrogen requirements, utilization and fertilization. In F.J. Stevenson (ed.) Nitrogen in agricultural soils. *Agronomy*, 22: 567-604.
- OLSON, R.V. and SWALLOW, C.W., 1984. Fate of labeled nitrogen fertilizer applied to winter wheat for five years. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48:583-586.
- PALTA, JA., and FILLERY, R.P., 1995. N-application enhances remobilization and reduces losses of pre-anthesis N in wheat grown on a duplex soil Aust. *J. Agric. Res.*, 46: 519-531.
- PEREZ LERAUX, H.A.J. and LONG, S.P., 1994. Growth analysis of contrasting cultivars of *Zea Mays* L. at different rates of nitrogen supply *Ann. Bot.*, London, 73: 507-513.
- PILBEAM, C.V., 1996. Effect of climate on the recovery in crop and soil ¹⁵N labelled fertilizer applied to wheat *Fert. Res.*, 45: 209-215.
- POWLSON, D.S., HART, P.B.S., POULTON, P.R., JOHNSTON, A.E. and JENKINSON, D.S., 1992. Influence of soil type, crop management and weather on the recovery of ¹⁵N-labelled fertilizer applied to winter wheat in spring. *J. Agric. Sci. Comb.*, 118: 83-100.
- PRUTSKOVA, M.G., and UKANOVA, O.I., 1976. New varieties of winter wheat. Published for USDA-ARS, NSF by Amerind Publishing Co., Springfield, VA. (Translated from Russian).
- ROZAS, H.S., ECHEVERRIA, H.E., STUDDERT, G.A. and ANDRADE, F.H., 1999. No-till maize nitrogen uptake yield: Effect urease inhibitor and application time. *Agron. J.*, 91: 950-955.
- SANCHEZ, C.A. and BLACKMER, A.M., 1988. Recovery of anhydrous ammoniaderived nitrogen -¹⁵ during three years of corn production in Iowa. *Agron. J.*, 80: 102-108.
- SCHMUTZ, U., FIRTH, C., RAYNS, F. and RAHN, C., 2004. Can N use and farm income be optimized for organic field vegetable rotations in Europe, *Organic Farming, BGS Symposium*, 37: 200-20.
- SENCAR, Ö., 1988. Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Sıklığı ve Azotun Etkileri. Cumhuriyet Üniversitesi, Ziraat Fak. Yayınları 6, Tokat.
- SELING, K. SCHRÖDER, H., FINCK, M. and HANUS, M., 1998 Yield, N uptake, and apparent N-Use efficiency of winter wheat and winter barley grown in different cropping systems. *J. Agric. Sci.*, 131: 375-387.
- SOWERS, K.E., Pan, W.L., Miller, B.C. And Smith, J.L., 1994. Nitrogen Use Efficiency of Split Nitrogen Applications in Soft White Winter Wheat. *Agron. J.*, 86: 942-948.
- TSAI, C.Y., HUBER, D.M., GLOVER, D.V. and WARREN, H.L., 1984. Relationships of N deposition to grain yield and N response of three maize hybrids. *Crop Sci.*, 24:277-281.
- VARSHNEY, P., KANWAR, R.S. BAKER, J.L. and ANDERSON, C.E., 1993. Tillage And Nitrogen Management Effects On Nitrate-nitrogen In The Soil Profile. *Transaction Of The Asae*, 36: 783-789.
- WEEDS, D.A.J. and R.S. KANWAR., 1996. Nitrate and water project in and flowing from root zone soil. *J. Environ. Qual.*, 25:709-719.
- WEISKE, A., BENCKISER, G. and OTTOW, J.C., 2001. Influence of the nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emissions, carbon dioxide fluxes

- and methane oxidation during 3-years of repeated applications in field experiments. *Biology and Fertility of Soil*, 34: 109-117.
- WILLIAM, J.E. and RANDALL, G.W., 1997. Fate of fertilizer nitrogen an affected by time and rate of application on corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61:1695-1703.
- WOLF, B., 1982. An improvd universal extracting solution and its use for diagnosing soil fertility. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, 13:1005-1033.
- YANG, M., FANG, Y., SUN, D. and SHI, Y., 2016. Efficiency of two nitrificationinhibitors (dicyandiamide and 3,4-dimethypyrazole phosphate) onsoil nitrogen transformations and plant productivity: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 6: 220-75
- ZAMAN, M., SAGGAR, S., BLENNERHASSETT, J.D. and SINGH, J., 2009. Effect of urea and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 1270-1280.
- ZERULLA, W., BARTH, T., DRESSEL, J., ERHARDT, K., HORCHLER VON LOCQUENGIEN, K. and WISSEMEIR, A., 2001. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP)-a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biology and Fertility of Soils*, 34: 79-84.
- ZHANG, F., MACKENZIE, A.F. and SMITH, D.L., 1993. Corn yields and shifts among corn quality constituents follaowing application of different nitrogen fertilizer sources at several times during corn development. *J. Palnt Nutr.*, 16: 1317-1337.
- ZHANG, L., SHANG, C., DONG, X. And GONG, P., 2013. Effects of nitrification inhibitor DMPP on soil bacterial community in a Cambisol in northeast China. *Journal of soil science and plant nutrition*, 13: 580-591.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Halil BOĞA
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 15.03.1990 Harran \Şanlıurfa
Telefon : 0545 572 43 38
E -posta : halil_boga@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Süleyman Demirel Çok Programlı Lisesi, Harran, Şanlıurfa	2009
Üniversite	: Harran Üniversitesi- Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., Haliliye, Şanlıurfa	2015