

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hesna PAMİRALAN**

**ENJEKSİYON YÖNTEMİ İLE AMONYUM GÜBRELEMESİNİN (=En-Güb)  
BUĞDAY VEJETASYONU ALTINDA TOPRAKTA NİTRİFİKASYONA ve  
BAZI BESİN ELEMENTLERİNİN ALIMINA ETKİSİ**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2011**

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### ENJEKSİYON YÖNTEMİ İLE AMONYUM GÜBRELEMESİNİN (=En-Güb) BUĞDAY VEJETASYONU ALTINDA TOPRAKTA NİTRİFİKASYONA ve BAZI BESİN ELEMENTLERİNİN ALIMINA ETKİSİ

Hesna PAMİRALAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Danışman :Prof. Dr. Mustafa GÖK

Yıl: 2011, Sayfa: 103

Jüri :Prof. Dr. Mustafa GÖK

:Prof. Dr. Zülküf KAYA

:Doç. Dr. Ali COŞKAN

Bu çalışmada ülkemizde yeni bir gübreleme yöntemi olan “Enjeksiyon Yöntemi” (En-Güb) ile amonyum gübrelemesinin buğday vejetasyonu altında toprakta geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak nitrifikasyona ve biyolojik aktivite parametresi olarak toprakta CO<sub>2</sub> üretimi, Dehidrogenaz enzimi aktivitesi (DHA) ile bitkide dane verimi, biyomas verimi, bazı besin elementlerinin alımına ve diğer bazı bitkisel parametrelere etkisi araştırılmıştır. Amonyumun sıvı halde toprağa enjekte edilmesine dayanan bu yöntemin uygulanması ile geleneksel gübrelemeye kıyasla ülkemizde Çukurova gibi önemli derecede buğday üretimi yapılan alanlarda nitrifikasyonun izlenmesi, N alım etkinliğinin artıp artmayacağını belirlemek ve enjeksiyon gübrelemenin bazı mikroelementlerin alımına olası etkilerinin araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre enjeksiyon uygulamasında ilk ölçüm döneminde diğer uygulamalara oranla amonyum azotunun belirgin şekilde yüksek olduğu, izleyen dönemlerde bu farkın kaybolduğu, CO<sub>2</sub> üretimi bakımından uygulamalar arası belirgin fark olmadığı, Dehidrogenaz enzim aktivitesi ve pH değişimi bakımından uygulamalara bağlı değişiklikler olduğu görülmüştür. Ayrıca dane verimi ve biyomas verimlerinin en yüksek Enjeksiyon%100 uygulamasında (24 kg N/da) elde edildiği, bunu Geleneksel%100 uygulamasının izlediği; %70 N uygulamalarında ise daha düşük verim değerleri elde edildiği tesbit edilmiştir. Birim alandan dane ve kök üstü biyomas ile kaldırılan azot miktarının da N uygulama miktarlarına bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** En-Güb, enjeksiyon gübreleme, nitrifikasyon, buğday

## **ABSTRACT**

### **MSc THESIS**

<p><b>THE EFFECT OF AMMONIA FERTILIZATION BY INJECTION (CULTAN) METHOD ON NITRIFICATION AND THE UPTAKE SOME OF NUTRIENTS UNDER WHEAT VEGETATION</b></p>
---

**Hesna PAMİRALAN**

**ÇUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION**

Supervisor :Prof. Dr. Mustafa GÖK

Year: 2011, Pages: 103

Jury :Prof. Dr. Mustafa GÖK

:Prof. Dr. Zülküf KAYA

:Assoc. Prof. Dr. Ali COŞKAN

In this study (first in Turkey), the effect of ammonia fertilization on nitrification, CO<sub>2</sub> release and activation of dehydrogenase enzyme as parameters of the biological activity of soil and grain yield, biomass, uptake some of nutrients under wheat vegetation and effect on some of plant parameters were investigated in comparison to CULTAN and conventional fertilization methods. The aim of this study was based on the injection of liquid ammonia into the soil in comparison to conventionally applied fertilization in the widely spread wheat cultivation areas of Turkey (Çukurova). The study included the monitoring of nitrification, the determination of N and investigation of the possible effects of the 'injection fertilization' to the uptake of some micronutrients. According to the results for the first measurement period, ammonium nitrogen applied as CULTAN is significantly higher than in the other applications, where this difference disappeared in the subsequent periods. There WERE no significant differences between the applications in terms of CO<sub>2</sub> production, dehydrogenase enzyme activity and pH changes. Moreover, the highest grain yield and biomass obtained in the 100% CULTAN (24 kg N / ha) application was followed by the traditional application of 100% N, whereas lower yields were obtained in the 70% N applications. Higher amounts of grain and shoot biomass were obtained per unit area with higher amounts of N application.

**Key Words:** CULTAN, injection fertilization, nitrification, wheat.

## TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince engin bilgilerini, tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen ve bana her zaman destek veren danışmanım sayın Prof. Dr. Mustafa GÖK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin oluşumu ve değerlendirmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen jüri üyelerim sayın Prof. Dr. Zülküf KAYA'a ve sayın Doç. Dr. Ali COŞKAN'a çok teşekkür ederim.

Araştırmamın başlangıcından bitimine kadar her aşamada bana destek veren saygıdeğer büyüğüm Yrd. Doç. Dr. Kemal DOĞAN'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarında her zaman yanımda olan değerli arkadaşlarım Özge ÇINAR'a, Zir. Müh. E. Mine GÖKBOĞA'ya, Araş. Gör. Ebru ERTARĞIN'a, Araş. Gör. Halil DUYMUŞ'a, Zir. Müh. Caner DOĞAN'a ve Zir. Yük. Müh. Mehmet GÜL'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ç.Ü.Z.F. Toprak Bölümü Araştırma Uygulama Çiftliğinde görev yapan ve arazi denemelerinde önemli yardımlarını aldığım Zir. Müh. M. Uygur TÜRK'e, Hüsamettin ŞAHAN'a ve tüm arazi çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, benden her türlü desteği esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmada emeği geçen herkese sonsuz teşekkürler.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Tarımsal Açıdan Azotun Önemi ve Döngüsü.....	5
2.2. Toprakta Azot.....	7
2.3. Bitki Beslenmesi Açısından Azot.....	9
2.4. Gübrelemenin Çevresel Etkileri.....	11
2.5. Nitrifikasyon.....	14
2.6. Bitkilerin Azot Beslenmesinde Toprak pH'sının Önemi.....	17
2.7. CULTAN Uygulamaları.....	19
2.8. CULTAN Yönteminin Toprakta Nitrifikasyona Etkisi.....	22
2.9. CULTAN Yönteminin Kültür Bitkilerinde Verim ve Diğer Bazı Parametrelere Etkisi.....	23
3. MATERYAL VE METOT.....	27
3. 1. Materyal.....	27
3.1.1. Araştırma Alanı.....	27
3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	28
3.1.3. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri.....	29
3.1.4. Denemede Kullanılan Buğday Çeşidi.....	29
3.2. Metod.....	29
3.2.1. Denemenin Kurulması, Deneme Planı ve Deneme Süresince Yapılan İşlemler.....	29
3.2.2 Uygulamalar.....	31
3.2.3. Toprak Örneklemesi.....	34

3. 2. 4. Toprak ve Bitki Analizleri.....	34
3. 2. 4. 1. Toprak Analizleri.....	34
3. 2. 4. 2. Bitki Analizleri.....	35
3. 2. 5. İstatistiki Değerlendirme.....	36
4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37
4.1. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N-dozu Uygulamalarında Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi.....	37
4.2. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N-dozu Uygulamalarında Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi.....	50
4.3. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N-dozu Uygulamalarında Toprağın Karbondioksit Üretimi Üzerine Etkisi.....	63
4.4. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N-dozu Uygulamalarında Toprağın Dehidrogenaz Enzimi Aktivitesi Üzerine Etkisi.....	64
4.5. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N-dozu Uygulamalarında Toprağın pH Değeri Üzerine Etkisi.....	65
4.6. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N-dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Kök Üstü Aksamda Bitki Besin Elementleri İçeriklerine Etkisi.....	75
4.7. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N-dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Danede Bitki Besin Elementleri İçeriklerine Etkisi.....	77

4.8. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Farklı N Dozu Uygulamalarında Geleneksel Gübreleme Yöntemi İle Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Dane Verimi (Kg/Da), Kök Üstü Biyomas Verimi (Kg/Da), Birim Alanda Başak Sayısı (Adet), Başaktaki Dane Sayısı (Adet) Ve Bin Dane Ağırlığı (G) Değerlerine Etkisi.....	79
4.9. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N Dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Kök Üstü Aksam ve Dane ile Kaldırılan Azot Miktarına Etkisi.....	82
5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	103



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Toprak-bitki-atmosfer sisteminde azot değişimi.....	5
Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve biyolojik özellikleri.....	27
Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bitkiye yararlı bazı elementlerinin içerikleri .....	27
Çizelge 4.1. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	41
Çizelge 4.2. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	42
Çizelge 4.3. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	42
Çizelge 4.4. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	43
Çizelge 4.5. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	44

Çizelge 4.6. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	44
Çizelge 4.7. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	47
Çizelge 4.8. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	48
Çizelge 4.9. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	48
Çizelge 4.10. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	54
Çizelge 4.11. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	55

- Çizelge 4.12. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....55
- Çizelge 4.13. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....56
- Çizelge 4.14. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....57
- Çizelge 4.15. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....57
- Çizelge 4.16. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....60
- Çizelge 4.17. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N- dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon notası/bant üzerinde  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....61

- Çizelge 4.18. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....61
- Çizelge 4.19. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte  $CO_2$  değerlerine (mg  $CO_2/100$  gkt 24 h.) etkisi.....66
- Çizelge 4.20. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde  $CO_2$  değerlerine (mg  $CO_2/100$  gkt 24 h.) etkisi.....67
- Çizelge 4.21. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında  $CO_2$  değerlerine (mg  $CO_2/100$  gkt 24 h.) etkisi.....67
- Çizelge 4.22. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte DHA değerlerine ( $\mu g$  TPF/10 gt) etkisi.....68
- Çizelge 4.23. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde DHA değerlerine ( $\mu g$  TPF/10 gt) etkisi.....69

- Çizelge 4.24. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında DHA değerlerine ( $\mu\text{g}$  TPF/10 gt) etkisi.....69
- Çizelge 4.25. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte pH değerlerine etkisi.....70
- Çizelge 4.26. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde pH değerlerine etkisi.....71
- Çizelge 4.27. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında pH değerlerine etkisi.....71
- Çizelge 4.28. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde dekara başak sayısı (adet), başakta dane sayısı (adet), bin dane ağırlığı (g), verim (kg/da) ve biyomas (kg/da) değerlerine etkisi.....65
- Çizelge 4.29. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda N, P (%) ve Fe, Zn, Mn ve Cu (mg/kg) değerlerine etkisi.....66

Çizelge 4.30. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede N, P (%) ve Fe, Zn, Mn ve Cu (mg/kg) değerlerine etkisi.....	69
Çizelge 4.31. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksam tarafından, dane tarafından ve toplam olarak (kök hariç) kaldırılan azot miktarına etkisi.....	72

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Doğadaki azot dolaşımı.....	7
Şekil 2.2. Nitrifikasyon bakterilerinin faaliyet gösterdikleri pH aralıkları.....	15
Şekil 2.3. Enjeksiyon gübrelemede kullanılan çark şeklindeki enjektör ve makineler.....	20
Şekil 2.4. Enjeksiyon gübrelemede (CULTAN) amonyum depo bölgesi.....	21
Şekil 2.5. Enjeksiyon gübrelemede bitki kök gelişimi.....	21
Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı.....	27
Şekil 3.2. Deneme süresince Adana iline ait yağış miktarları (mm).....	28
Şekil 3.3. Deneme süresince Adana iline ait sıcaklık miktarları (°C).....	28
Şekil 3.4. Denemeye ait varyantlar.....	30
Şekil 3.5. Enjeksiyon gübreleme hazırlığı.....	31
Şekil 3.6. Enjeksiyon noktaları arasındaki mesafe.....	32
Şekil 3.7. En-Güb uygulamalı parsellerde toprak örnekleme için işaretlenmiş enjeksiyon noktaları.....	32
Şekil 3.8. Enjeksiyon deliği derinliği.....	33
Şekil 3.9. Enjeksiyon gübreleme.....	33
Şekil 3.10. Geleneksel gübre uygulaması.....	33
Şekil 4.1. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	45
Şekil 4.2. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	45
Şekil 4.3. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 20-40 cm derinlikte N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi.....	46

- Şekil 4.4. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 20-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....46
- Şekil 4.5. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....49
- Şekil 4.6. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....49
- Şekil 4.7. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....58
- Şekil 4.8. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....58
- Şekil 4.9. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 20-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....59
- Şekil 4.10. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 20-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....59

- Şekil 4.11. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....62
- Şekil 4.12. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi.....62
- Şekil 4.13. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte  $CO_2$  değerlerine ( $mg CO_2/100 gt/24 h$ ) etkisi.....72
- Şekil 4.14. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte  $CO_2$  değerlerine ( $mg CO_2/100 gt/24 h$ ) etkisi.....72
- Şekil 4.15. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte DHA değerlerine ( $\mu g TPF/10 gt$ ) etkisi.....73
- Şekil 4.16. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte DHA değerlerine ( $\mu g TPF/10 gt$ ) etkisi.....73

- Şekil 4.17. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte pH değerlerine etkisi.....74
- Şekil 4.18. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte pH değerlerine etkisi.....74
- Şekil 4.19. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde dane verimine (kg/da) etkisi.....76
- Şekil 4.20. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü biyomas verimine (kg/da) etkisi .....76
- Şekil 4.21. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda N değerlerine (%) etkisi.....78
- Şekil 4.22. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda P değerlerine (%) etkisi.....78
- Şekil 4.23. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda Fe, Zn, Mn ve Cu değerlerine (mg/kg) etkisi.....79
- Şekil 4.24. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede N değerlerine (%) etkisi.....80

- Şekil 4.25. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede P değerlerine (%) etkisi.....81
- Şekil 4.26. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede Fe, Zn, Mn ve Cu değerlerine (mg/kg) etkisi.....81



## 1. GİRİŞ

Günümüzde çevre koruma, insan ve toplum sağlığı bilinci; ülkelere göre farklı düzeylerde olmakla birlikte çok büyük gelişmeler göstermiştir. Çevre kirliliği denildiğinde genellikle hava kirliliği, endüstriyel atıklar, nükleer atıklar, ses kirliliği gibi kirlilik konuları öncelikle akla gelmektedir. Fakat çevreyi sömüren ve kirleten, sentetik kimyasal gübreleri çoğu zaman kontrolsüzce kullanan konvansiyonel tarımın yarattığı kirlilik, doğal dengenin bozulmasına neden olan etkileri, çevre kirliliği ve besin zincirleriyle tüm canlılara ulaşabilen hayati tehlike, diğer kirlilikler kadar dikkat çekmektedir (Aksoy, 2002). Tarımsal sistemde toprak ve su kalitesinin takip edilmesi, tarımsal uygulamaların uzun dönemli sürdürülebilirliğinin belirlenebilmesi açısından çok önemlidir (McCauley ve ark., 2004).

Ülkemizde yoğun tarımın giderek yaygınlaşmasıyla kimyasal gübre kullanımı da hızla artmıştır. Diğer yandan gübre girdi maliyetinin yüksek oluşu ve çevre kirliliği konusunda artan duyarlılık ilgili araştırmacıları bitki beslemede daha ekonomik ve çevre dostu, diğer bir deyişle sürdürülebilir çözümler aramak zorunda bırakmıştır. Kimyasal gübrelerin toprak, iklim ve bitki çeşitlerine uygun olmayan formların gereğinden fazla kullanılmaları toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu olumsuzluklara örnek olarak topraklarda asitlik/alkalilik ve tuzluluk gibi sorunların yanı sıra yeraltı ve yerüstü sularına azot ve diğer bitki besin elementlerinin taşınması gibi potansiyel çevre sorunları verilebilir (Kaplan ve ark., 2000).

Günümüzde bitkisel üretimi artırmak için birim alana daha fazla gübre uygulanması benimsenmektedir. Kullanılan gübreler arasında azotlu gübreler ilk sırayı (% 64.1) almaktadır. Çünkü ülkemiz topraklarının organik madde içerikleri düşüktür ve bitkilerin azot istekleri daha fazladır. Ülkemizde kullanılan azotlu gübrelerin de % 50'si tahılların gübrelenmesinde tüketilmektedir (Kacar ve Katkat, 2006).

Azot en önemli bitki besin maddelerinden biridir. Bitkiler topraktaki azotu nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) formunda alırlar. Bitki türlerine göre değişmekle birlikte azot genellikle nitrat formunda alınır. Azot tüm bitkilerin önemli yapısal

unsurlarının bileşimi olarak kabul edilen proteinin yapı taşı, klorofil, enzim ve vitaminlerin yapısında yer alan önemli bir besin elementidir. Bu nedenle bitkilerin azot seviyelerindeki artışlar protein oluşumunu ve dolayısıyla da büyümeyi hızlandırır (Hatfield ve ark., 2004).

Azot (N), bitkisel üretimde noksanlığı en sık görülen ve en çok gereksinim duyulan bitki besin elementidir. Bu nedenle, baklagil dışında kalan tarımsal ürünlerin önemli miktarlarda azot ile gübrenmesi gerekir. Azot gübrelemesinin çevre üzerindeki olumsuz etkisini minimum düzeye indirerek tarımsal üretimi ve ekonomik verimi sürdürülebilir düzeye çıkarmak için, azotun toprak içerisindeki davranışının iyi tanımlanması gerekmektedir. Bitkilerin ihtiyaç duyduğu azot, birçok kaynaktan sağlanabilmektedir (Güzel ve ark., 2008).

Azotlu gübreler kültür bitkisi yetiştiriciliğinde en büyük girdilerden birisini oluşturmaktadır. Optimum verim ve protein açısından yüksek kaliteli ürün elde etmek için yeterli miktarda azot verilmesi gerekir. Ancak aşırı ve ya yetersiz gübre uygulamaları ekonomik kayıplara ve fazla azotun nitrat formunda kaybolmasına neden olmaktadır (Isidoro ve ark., 2006).

Kültür bitkilerinin azottan yararlanma oranlarına, bitki türü ve çeşidi, toprak yapısı, toprağın organik madde ve azot içeriği, yağış ve toprak nemi gibi faktörlerin yanında; azotun verilmiş formu, şekli ve zamanı etki etmektedir (Tunçtürk ve Yıldırım, 2004). Ayrıca, bitkilerin gübrenmesinde, seçilecek azot formu ve uygun verilmiş şekli en az optimum azot dozunun belirlenmesi kadar önemlidir.

Türkiye'de tarımsal üretim içinde tahılların büyük bir önemi vardır. Ülkemizde işlenen tarım arazilerinin yaklaşık %80' inde tahıl üretimi yapılmakta, tahıl üretiminin yapıldığı alanların yaklaşık %65'inde de buğday üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'nin buğday üretimi yaklaşık 9,5 milyon ha alanda yıllık 21 milyon ton olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de ekilebilir tarım arazilerinin % 48,68'i buğday arazisidir (TÜİK, 2010).

Buğday, insan beslenmesindeki yeri dikkate alındığında stratejik bir ürün olarak değerlendirilebilmektedir. Buğdaydan elde edilen ürünler temel besin maddeleri içerisinde kabul edildiği için, buğday konusunda ülkeler kendilerine yeterli olma gayreti içerisinde olmakta ve stoklarında bu ürünü bulundurmaktadırlar.

Buğday tüketimi genellikle geri kalmış ülkelerde yaygın olarak yapılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar Türkiye’de günlük enerji ihtiyacının % 58’inin ekmek ve tahıl ürünlerinden karşılandığını göstermektedir (Akdur, 2005).

Bitkisel üretimde gerek verimi düşürmeyen, gerekse toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine zarar vermeyen, kullanılan gübrelerin çeşitli yollarla kaybını minimize ederek daha ekonomik bir tarım olanağı sağlayan, çevreye duyarlı, günümüz teknolojisine uygun, teknik donanım ve bilgi kullanılarak geliştirilen gübreleme yöntemleri kullanılmalıdır. Bu yöntemlerden biri olan **CULTAN** (Controlled Uptake Long-Term Amonium Nutrition) uygulaması yeni olmayıp, uzun yıllardan bu yana Avustralya, Kanada, ABD ve Almanya’nın belli bölgelerinde yaygın bir biçimde günlük tarımsal uygulamalar arasına alınmıştır.

Bilindiği kadarıyla ülkemizde ilk olma özelliği taşıyacak olan bu çalışma ile yöntem adının da dilimize kazandırılması önem taşımaktadır. Yöntemin uluslararası adı kısaltılmış şekilde "CULTAN" olarak geçmektedir. Bu ifadenin dilimizdeki karşılığının "Amonyumun **K**ontrollü olarak **U**zun **S**ürelili **A**lımı" olduğu söylenebilir. Kısaca **AKUSA** olarak isimlendirilebilecek bu ifade, amonyum alım biçimi ile ilgilidir. Ancak, amonyumun bu alım biçimine yönelik olarak yapılan gübreleme işlemi enjeksiyon sistemi ile yapıldığı için söz konusu bu yöntemin daha anlaşılır olması bakımından enjeksiyon ve gübreleme ile ilgili olacak şekilde ifade edilmesi daha anlamlı olabilir. Bu bakımdan yöntem dilimizde "Enjeksiyon Gübrelemesi" yöntemi, kısaltılmış olarak da "**En-Güb**" yöntemi olarak kullanılabilir. Enjeksiyonda kasıt doğal olarak amonyumlu mineral gübrelerin katı-sıvı formda veya hayvan gübresi şerbeti ve benzeri sıvı gübrelerin enjeksiyon yöntemi ile toprağa uygulanmasıdır. Söz konusu teknik ülkemizde henüz uygulanmamış ve bu teknikle ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Amonyumun sıvı halde toprağa enjekte edilmesine dayanan bu yöntemin uygulanması ile geleneksel gübrelemeye kıyasla ülkemizde Çukurova gibi önemli derecede buğday üretimi yapılan alanlarda nitrifikasyonun izlenmesi, N alım etkinliğinin artıp artmayacağıının belirlenmesi ve bu arada enjeksiyon yöntemi ile gübrelemenin bazı mikroelementlerin alımına olası etkilerinin araştırılması bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Farklı bir gübreleme yöntemi kullanılarak azot beslenmesinin geleneksel gübrelemeye kıyasla ülkemizde Çukurova gibi önemli derecede buğday üretimi yapılan alanlarda nitrifikasyonun izlenmesi, azot (N) alım etkinliğinin artıp artmayacağı belirlenmesi ve bazı mikroelementlerin alımına olası etkilerinin araştırıldığı tez çalışmasının literatür çalışmalarının ele alındığı bu bölümde; N'un hem bitkisel üretimdeki rolü, hem de ekosistemde bulunma ve dönüşüm mekanizmaları değerlendirilmiştir.

Hızla değişen dünya nüfusu, küresel ısınma, iklim değişikliği ve ekosistemdeki denge göz önünde bulundurulduğunda, hedeflenen maksimum ürün ve doğal kaynakları korumak için bunlara yönelik üretim sistemleri geliştirmek kaçınılmaz olmuştur. Bitkisel üretimde kullanılan tarımsal girdilerin başında her türlü organik ve inorganik gübre kullanımı önde gelen faktörlerden biridir. Ancak, organik gübrelerin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olan olumlu etkisi bilinse de, bitkisel üretimde tüm ihtiyacı karşılaması oldukça zordur. Bu nedenle, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de inorganik gübrelerin ve özellikle de bu gübreler içerisinde en büyük kullanım payına sahip olan azotlu gübrelerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Öte yandan, ekosistemde oluşabilecek potansiyel kirlenme veya birikme, bitki besin elementleri arasında en çok N için söz konusu olmaktadır. Toprakta N'un tutulması, taban suyuna yıkanması, atmosfere volatilizasyonu ve olası form değişikliği bu elementin yayılgılığını olumsuz yönde etkileyen mekanizmalardır. Aşırı N kullanımından olumsuz etkilenen çiftçi ekonomisi de olayın diğer önemli bir yanındır.

### 2.1. Tarımsal Açıdan Azotun Önemi ve Döngüsü

Bitkisel üretimde en çok kullanılan ve noksanlığı en sık görülen element azottur. Bitki dokularında karbon, hidrojen ve oksijenden sonra miktar olarak en fazla azot bulunup, içeriği ağırlık esasına göre % 1-5 oranlarında değişmektedir (Güzel ve ark., 2002). Bitkinin N içeriği bitkinin yaşı, türü, çeşidi ve organlarına

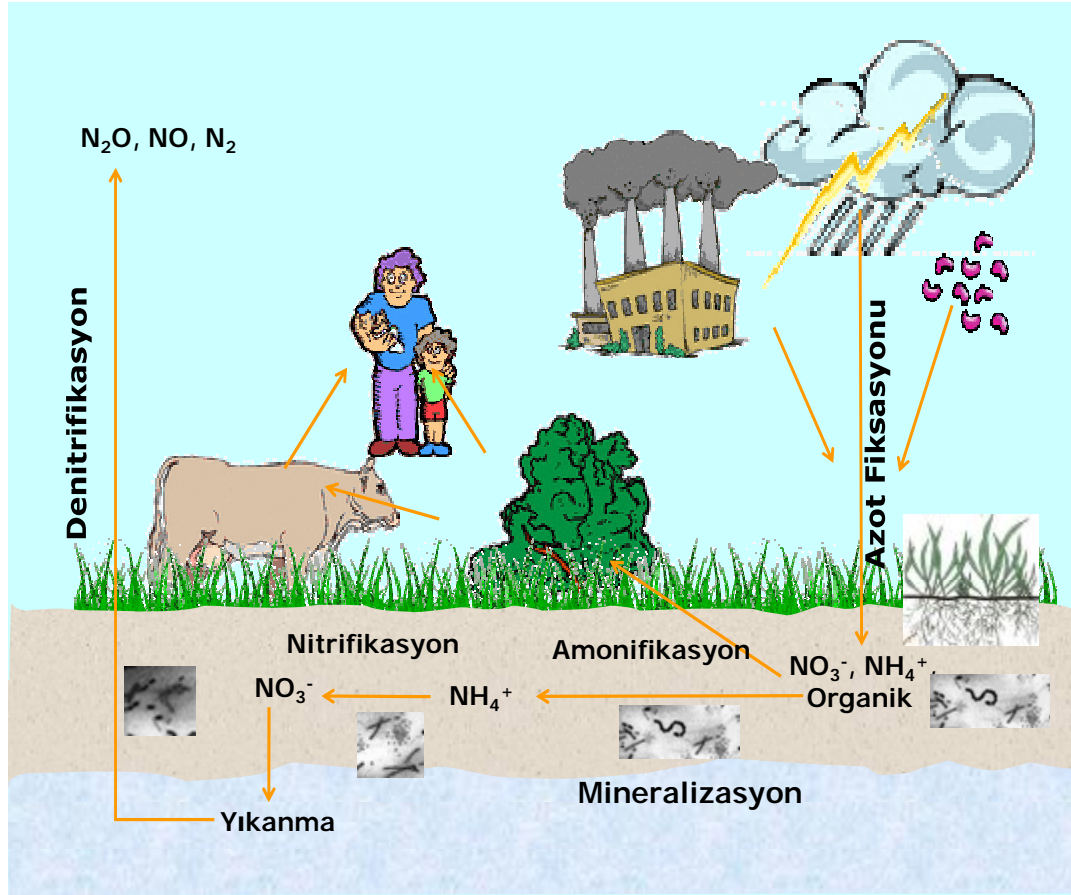
bağlı olarak değişmektedir (Kacar, 2006). Azot, bitki hücrelerindeki biyokimyasal süreçlerin oluşumunda rol alıp, bitkideki proteinlerin yapı taşı olan amino asitlerin ve nükleik asitler ve nükleozit fosfatların da yapısında bulunmaktadır (Marschner, 1997; Kacar, 2002).

Bitkilerin azot kaynağı toprak ve azotlu gübrelerdir. Bitkisel üretimin neredeyse tamamına yakını toprak ortamında meydana gelir. Bu nedenle toprak bitkilerin beslenmesinde gerekli besin elementleri bakımından azot da dahil olmak üzere temel kaynaktır. Dünya’da bulunan azotun yaklaşık % 98’i litosferdedir. Çevremizdeki atmosfer, azotun miktarı sınırsız bir depo olarak tanımlanabilen tükenmez kaynağıdır. Evrendeki toplam azotun %2 kadarı atmosferde bulunur. Bitkiler atmosferde hacim ilkesine göre %78 civarında bulunan moleküler azottan ( $N_2$ ) doğrudan yararlanamazlar (Kacar, 2002). Atmosferde fazla miktarda bulunan  $N_2$  formu; toprak, su, canlı ve cansız organizmalarca çeşitli formlarda fikse olunmuş N ile denge durumundadır (Çizelge 2.1). Deniz seviyesinde, arazinin her bir hektarı üzerindeki atmosferde yaklaşık 78000 ton N bulunur. Azot çeşitli yollarla fikse edildikçe, sayısız mikrobiyal ve kimyasal süreçlerle formunda yeniden atmosfere salınır. Azotun toprak-bitki-atmosfer sisteminde dolaşımı inorganik ve organik N formları arasında birçok dönüşüm süreçlerini kapsamaktadır (Güzel ve ark., 2002) (Şekil 2.1).

Çizelge 2.1. Toprak-bitki-atmosfer sisteminde azot değişimi (Güzel ve ark., 2002)

Azot Girdileri	Azot Yitimleri	Azot Dolaşımı
Fiksasyon	Bitkilerce Adsorbsiyon	İmmobilizasyon
Biyolojik	Denitrifikasyon	Minerilizasyon
Endüstriyel	Volatilizasyon	Nitrifikasyon
Elektriksel	Yıkanma	
Yakma	Amonyum Fiksasyonu+	
Hayvan Gübreleri		
Bitkisel Artıklar		

\*Bazı azot girdileri ve dolaşım öğeleri yönetimce etkilenebilir. Fakat genellikle yönetilemez. Bir miktar fikse edilmiş amonyum toprakta serbest bırakılabilir.



Şekil 2.1. Doğadaki azot dolaşımı (Doğan ve ark., 2008)

Ekosisteme N kazanımını sağlayan başlıca olaylar endüstriyel ve biyolojik azot fiksasyonudur. Biyolojik azot fiksasyonu ile yeryüzüne girdi olarak sağlanan azot miktarı yılda  $139-170 \times 10^6$  ton'dur. Günümüzde endüstriyel azot fiksasyonu tarımsal azot girdilerinin başında gelmektedir (Galloway ve ark., 2004). Bitkilere N'ü gübre ile uygulamak için çok çeşitli kaynaklar bulunmaktadır. İnorganik N kaynaklarının (kimyasal gübreler) yanında, çiftlik gübresinden ve atıklardan gelen organik N ile, baklagillerce atmosferde bulunan elementel azotun ( $N_2$ ) fiksasyonu, N kaynaklarının başlıcalarıdır (Güzel ve ark., 2002; Howard ve Brand-Hardy, 2003).

## 2.2. Toprakta Azot

Atmosferde bulunan azot ile karşılaştırıldığında, toprakta bulunan N miktarı çok azdır. Çoğu mineral toprakların toplam N içerikleri % 0.02 ile % 0.5 arasında

değişmekte olup, ortalama miktar % 0.15 kadardır. Toprak azotunun büyük bir bölümü organik formdadır. Normal koşullar altında her yıl organik azotun % 2-3 kadarı ancak mineralize olur. Yüzeysel toprağında bulunan azotun %8 ve alt toprakta bulunan azotun ise %40 kadarı  $\text{NH}_4^+$  formunda kil mineralleri tarafından fikse edilmiş durumda olup, bu formdan bitkilerin yararlanmaları yavaş ve güçtür. Bitkiler tarafından topraktan kolay yararlanılabilen azotun miktarı toplam azotun nadiren % 1-2'sinin üzerindedir. Tarımsal üretimin yoğun olduğu ve fazla miktarda kimyasal gübrelerin kullanıldığı topraklarda azot miktarı artmaktadır (Kaçar ve ark., 2002; Liu ve ark., 2003; Liang ve ark., 2005; Bao ve ark., 2006).

**Mineral Azot:** Bitki besleme ve gübreleme açısından, toprakta etkili kök derinliğinde bulunan mineral azot ( $\text{N}_{\text{min}}$ ) bitki kullanımı için önemli bir kaynaktır (Wehrmann ve Scharpf, 1979, Wehrmann ve Scharpf, 1986; Wehrmann ve ark. 1988; Neeteson, 1995). Mineral azot, teorik olarak  $\text{NO}_3^-$ -N ve  $\text{NH}_4^+$ -N'lerinin toplamına eşit olsa da, genelde topraktaki serbest  $\text{NH}_4^+$ -N çok az olduğu için (Liu ve ark., 2003)  $\text{NO}_3^-$ -N' unun mineral azota denk olduğu vurgulanmaktadır (Wehrmann ve Scharpf, 1979). Ancak toprakların havalanma durumları ve bünyeleri özellikle kil içerikleri toprakta  $\text{NH}_4^+$ -N unun da bulunabileceğini göstermektedir. Çukurova Bölgesinde yapılan bazı N beslenmesi çalışmalarında, toprakta sınırlı miktarda da olsa  $\text{NH}_4^+$ -N' unun varlığı saptanmıştır (İbrikci ve ark., 2000; Coşkan ve ark., 2002; Karnez, 2010). Kullanılan gübrenin türü, miktarı ve uygulama şekilleri, sulama koşulları, bitki türü ve toprak koşulları topraktaki  $\text{NO}_3^-$ -N ve  $\text{NH}_4^+$ -N miktarını etkilemektedir (Delgado ve ark., 2006; Liu ve ark., 2003; Karnez, 2010). Nemli, ılık ve iyi havalanabilen topraklarda azot bileşiklerinin çoğu, amonyum formundan çok, nitrat formunda bulunur. Bu iki N formu bitki köklerine kütle akımı ve yayılım ile taşınır (Güzel ve ark., 2002).

Ülkemiz toprakları genellikle organik madde yönünden fakir olduğu için, toprakların mikrobiyel N minerilizasyonu ve potansiyel  $\text{N}_{\text{min}}$  içerikleri oldukça düşüktür (Gök ve Coşkan, 2002).

Yeşil gübre bitkilerinin toprağa uygulanması toprakların N minerilizasyonunu ve birçok mikrobiyolojik faaliyeti artırmaktadır (Frazer ve ark., 1998; Vigil ve ark., 1991). Organik ve mineral gübrelemenin azot minerilizasyonu üzerindeki etkisinin

araştırıldığı bir çalışmada toprağın maksimum  $N_{min}$  kazancına ilişkin sonuçlar, özellikle baklagil bitkilerinin toprağın  $N_{min}$  kazancını önemli derecede artırdığını göstermiş, azotun minerilizasyonu açısından yeşil gübre bitkilerinin toprağa önemli miktarda azot kazandırdığını, N-minerilizasyonunun, organik substratların C/N bağılı olarak 2-3 aylık bir sürede pik noktaya geldiğini, minerilize olan azotun önemli kısmının (%80-95) nitrat formuna dönüştüğünü ortaya koymuştur (Gök ve ark., 2004). Yapılan benzer bir çalışmada Gök ve Sağlamtimur (1991), bakla fiğ ve üçgülün yer aldığı tarla denemesinde aşısız koşullarda bitki türüne göre değişmekle beraber 10-23 kg/da N bağlandığını, bağlanan bu azotun önemli bir kısmının ise 2-3 aylık sürede (Çukurova koşullarında) mineralize olduğunu bildirmişlerdir.

Gök ve ark. (1998) çeşitli organik atık ve artıkların toprakta azot minerilizasyonu üzerinde etkisinin araştırdığı bir çalışmada, toprakta mineral azotun önemli bölümünün nitrat azotundan oluştuğunu, ölçüm dönemi içerisinde en yüksek nitrat içeriğinin tütün atığı uygulamasında bulunduğunu saptamışlardır. Bunun nedeninin tütünün total azotun yüksek ve C/N oranının dar olması ve kaynaklandığını bildirmişlerdir.

### 2.3. Bitki Beslenmesi Açısından Azot

Azot, birçok temel bitki bileşiklerinin tamamlayıcı bir bileşenidir. Hemen hemen tüm biyolojik süreçleri kontrol eden enzimleri de kapsayan tüm proteinlerin temel yapı blokları olup, tüm aminoasitlerin esas bölümünü oluşturur. Diğer kritik azotlu bitki bileşenleri kalıtsallığın kontrolünü sağlayan ve fotosentezin merkezinde bulunan klorofili bulunduran nükleik asitleri içerir. Azot, bitkilerin bileşiminde ya da içinde karbonhidrat kullanımı içinde zorunlu bir element olup gelişme ortamında yeterli miktarda bulunması, diğer besin elementlerinin alımı kadar kök büyümesi ve gelişmesini de stimüle eder (Güzel ve Gülüt, 2010).

Azotun kalite üzerinde de önemli bir etkisi vardır. Yapılan çalışmalar azot ile ürün kalitesi arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Özellikle buğdayda kalite parametrelerinden olan danede protein ve gluten miktarı azot

eksikliği ile doğru orantılı olarak düşüş gösterir (Aalami ve ark., 2007; Güleç ve ark, 2010).

Azot beslenmesi ile mısır bitkisinin büyümesi ve tane verimi arasında direk bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Zhang ve ark, 1997; Johanstan, 2000; Mcgonigle ve ark., 2003). Azot dozunun artışı ile tanedeki N konsantrasyonu doğru orantılı olarak artmıştır. Gübre dozunun artışı tanedeki N konsantrasyonunu artırdığı gibi tane kalitesini de artırmıştır. Uygun sıcaklık ve yağış koşullarında tane ve sap üretimi artmaktadır. Sıcaklık ve yağış dağılımı, yeşil aksamdan daneye N taşınması ile yakından ilgili olduğundan danedeki azot içeriğinde yıldan yıla değişiklikler olabileceği bildirilmektedir (Marschner., 1997). Genellikle yüksek N uygulaması ile tanedeki N içeriği artmıştır (Blair, 1993).

Pan ve ark. (2006), buğdayda azot alımı ve azotun daneye biriktirilmesi olaylarını açıklayan bir model geliştirebilmek amacıyla yaptıkları çalışmada farklı genotipler, azot gübre dozları ve sulama rejimleri kullanmışlar ve çalışmanın sonucunda azot birikiminin bağlı olduğu faktörlerin azot elverişliliği ve çevresel etkileşimler olduğunu bildirmişlerdir. Bununla beraber çiçeklenme sonrası azot alımının hem dane ağırlığı hem de çiçeklenme dönemindeki azot birikimiyle yüksek ilişki içerisinde olduğunu; sap ve dane dışı başak organlarından azot remobilizasyonunun sebebinin dane dolun süresince dokulardaki azot konsantrasyonunda azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Liao ve ark. (2004), erken dönemdeki gelişim hızları farklı buğday çeşitlerinin azot alım hızı bakımından gösterdiği genotipik farklılıkları tarla, lizimetre sistemi ve besin çözeltilisi ortamında test ettiği çalışmalarında ; hızlı kök ve sürgün gelişiminin buğdayda etkin bir azot beslenmesi ile sağlandığını, bununla beraber sağlıklı kök gelişiminin, azot alımını etkileyen temel bir faktör olduğunu bildirmişlerdir..

Wuest ve Cassman (1992), Buğdayda ( *T.aestivum* L.) azot uygulamalarının azot dağılımına etkisini ekimde ve çiçeklenmede verilen işaretlenmiş azot ile incelemişlerdir. Azot gübresini ekimle birlikte 120, 180 ve 240 kg N / ha, çiçeklenmede ise 0.30 veya 60 kg N / ha şeklinde uygulamışlardır. Ekimle birlikte verilen azotun danede biriktirilme oranını ortalama olarak %70, çiçeklenmede

verilen azotta ise %89 olarak saptamışlardır. Çiçeklenme dönemindeki azot uygulamasının azot dağılımına etkisinin çok az olduğunu, ekimle verilen azotun ise 120 kg / ha' dan 240 kg / ha' a çıkarılması, hasat indeksi değerlerinde 1.yıl 10, 2.yıl ise %0.4' lük azalışlara neden olduğunu bildirmişlerdir.

Buğdayda (*T.aestivum* L.) azot alımı ve dağılımının çevre koşullarının (özellikle gelişmenin son dönemindeki sulama rejimi) ürün üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılan bir çalışmada, tarla koşullarında üç farklı sulama [sulamasız, 80 mm. sulama ( $W_1$ ) ve 50-70 mm. sulama ( $W_2$ )] koşulu altında deneme yapılmıştır. N uygulaması ekimde 50 kg N / ha ve üst gübre olarak da 140 kg N / ha olacak şekilde iki defada uygulamıştır.  $W_2$ 'de çiçeklenme sonrası N alımının, toplam azotun %40'nı, diğer iki su uygulamasında ise dikkate değer azot alımının gerçekleşmemiş olduğu belirlenmiştir. Toprak üstü bitki aksamı, yapraklar ve saplarda N içeriğinin, su uygulamasına göre çok büyük farklılık göstermediği, artan sulama miktarı ile dane N içeriğinin arttığını, geç yapılan sulamalarda N alımı ve dane N içeriğinin önemli derecede artış gösterdiğini bildirmişlerdir (Abreu ve ark. 1993).

#### 2.4. Gübrelemenin Çevresel Etkileri

Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, ancak uygun tarım yöntemlerinin uygulanmasıyla mümkün olabilecektir. Ancak artan nüfusun gıda gereksinimlerinin artması ve bunun sonucunda oluşan pazarın ekonomik değerinin büyüklüğü birtakım çevresel zararlanmaların oluşmasına neden olmakta ve çevresel duyarlılık görmemezlikten gelinmektedir. Ancak yetiştiricilik aşamalarında yapılan yanlış uygulamalar, uygulayıcılara dolaylı yollardan ulaşmakta ve oluşan olumsuzluklar zaman içerisinde kendini göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerde nüfus artışı % 0.5 düzeyinde iken gelişmekte olan ülkelerde bu oran % 2.5'e kadar çıkabilmektedir. İmkanların daha sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kimi zaman güvenlik ve çevre kirliliği gibi, etkileri uzun süre sonra ortaya çıkabilecek konular daha az dikkate alınmakta ve bunun sonucu olarak tarımsal alanlarda kontrolsüz gübre ve ilaç kullanımı gündeme gelebilmektedir (Atılğan ve ark., 2007).

Tarım toprakları, bitki besin maddelerinin bitkiler tarafından alınması, yıkanması ve erozyona uğraması sonucu zamanla fakirleşmektedir. Bu nedenle; tarımsal üretimin en önemli kaynağı olan toprak; gübreleme, zararlılarla mücadele, toprak işleme, sulama gibi tarımsal işlemler ile verimli hale getirilmeye çalışılmaktadır. Toprağın verimliliğini sürdürebilmesinde bitkilerce kaldırılan besin maddelerinin toprağa takviye edilmesi yani gübrenmesi önemli konulardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Gübreler bu nedenle yıllardır önceliğini korumaktadır.

Gübrelemenin çevreye olan zararlı etkileri dolaylı ve doğrudan etkiler olarak değerlendirilebilmesine rağmen, etki dereceleri ve süreleri daha fazla önem taşımaktadır. Gereğinden fazla ve uzun süreli gübre kullanıldığında; topraklarda tuzlanma, ağır metal birikimi, besin maddesi dengesizliği, mikroorganizma etkinliğinin bozulması, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikimi, havaya azot ve kükürt içeren gazların verilmesi, ozon tabakasının incelmeye, sera etkisi gibi çevresel problemler oluşmaya başlamaktadır. Bu sorunların giderilmesi için yapılması gereken uygulamalar uzun süreçte ve ciddi ekonomik yatırımlar gerektirmektedir.

Gübrelerden kaynaklanan kirlilik kapsamında üzerinde en fazla durulması gereken ve en fazla risk unsuruna sahip olan kirlilik çeşidi sulardaki nitrat kirliliğidir. Çünkü nitrat, tarımsal üretimde kullanılan gübrelerle gün geçtikçe artan miktarlarda kullanılmakta ve toprakta birikmektedir. Biriken bu nitrat koşullara göre değişen miktarlarda yıkanarak toprak derinliğine hareket etmektedir (Korkmaz, 2007). Uygulanan amonyumlu gübre toprakta mikroorganizmalar tarafından nitrifikasyonla nitrate dönüşür ve nitratın negatif yüklü olması nedeniyle yıkanarak taban suyuna ulaşır (Atılğan ve ark., 2007). İdeal koşullarda bile toprağa uygulanan azotlu gübrelerin ancak % 50'sinin bitkiler tarafından kullanıldığı, % 2-20'sinin volatilizasyon yoluyla kaybedildiği, % 15-25'inin killi toprakta bulunan organik bileşikler ile birleştiği ve geri kalan % 2-10'luk kısmının yüzey ve yer altı sularına karıştığı ifade edilmektedir (Korkmaz, 2007).

İntensif-konvansiyonel tarım amacına yönelik olarak tarım topraklarının ölçsüz şekilde azotlu gübrelerle yüklenmesi yaşamın üç temel doğal ögesi "toprak-su-hava" ortamlarının kirlenmesine yol açmak suretiyle bir taraftan bu ortamlarda doğal ekosistemin bozulmasına neden olmakta, diğer taraftan insan sağlığı ciddi

anlamda zarar görmektedir. Toprağa uygulanan yoğun mineral azotlu gübreleme sonucu bitkiler aracılığıyla insan vücuduna alınan, yıkanma sonucu içme sularına karışan ve içme suyu yoluyla insan vücuduna ulaşan nitrat barsak zarı parçalanmasına neden olabilmekte, özellikle nitratin indirgenme ürünü olan nitrit kanda O<sub>2</sub> taşıyan hemoglobin azalmasına yol açabilmekte, en kötüsü, nitritin indirgenme ürünü olan nitrosamin bileşikleri vücutta kanserojen etkili olarak rol oynayabilmektedir (Gisi, 1990; Sontheimer, 1985; Özbek ve ark., 1993, Tok, 1997)

Yine intensif tarımda aşırı mineral gübrelemenin neden olduğu tarımsal kaynaklı gazların (NO, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>) aşırı artış göstermesinden dolayı (Mc Elroy et al., 1976; Rohmann ve Sontheimer, 1985) ozon tabakasında meydana gelen değişimler ve ozon tabakasındaki bozulmalar, çalışmaların bu yönde ve özellikle alternatif gübreleme yer verilerek yapılmasını gerektirmektedir (Coşkan, 1998).

Artan azotlu gübre kullanımı havayı olumsuz etkileyen amonyak ve azot oksit gazlarının çıkışlarına neden olabilmektedir. Artan miktarlarda atmosfere geçen diazot monoksit gazı ozon tabakasının parçalanmasını teşvik etmektedir (Taşkaya, 2004). Ayrıca stratosfere ulaşan N<sub>2</sub>O ve NO gazları ise stratosferde yer alan ozonun parçalanmasına neden olmaktadır ve bu da azotlu gübrelerin aşırı kullanımından kaynaklanmaktadır (Cöpür ve Uysal, 2004).

Bitkilerin azot gereksinimini karşılamak amacıyla verilen özellikle nitrat formundaki azotun bir kısmı bitkiler tarafından alınmakta, bir kısmı ise toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak ya taban sularıyla akarsu ve denizlere. ya da topraktaki bazı mikroorganizmalar aracılığı ile denitrifikasyon yoluyla N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NO gibi gazlara redükte olmak suretiyle topraktan uzaklaşmakta, hatta bu gazların bir kısmı atmosferdeki stratosfer tabakasına kadar ulaşmaktadır. Stratosfere ulaşan N<sub>2</sub>O ve NO gazları ise OZON tabakasında bozulmalara neden olmaktadır. Toprağa uygulanan nitratin söz konusu bu gaz bileşiklerine dönüşme hızı ve oluşan gazların cinsi topraktaki bir kısım faktörlerin etkisi altındadır (Letey ve ark., 1981; Knowles, 1982; Rohmann ve Sontheimer, 1985; Gök, 1988; Coşkan, 1998).

Kimyasal gübreler fazla miktarda kullanıldığı zaman mikro organizmalardan solucanlara ve çeşitli toprak kurtçuklarına tahrip edici ve öldürücü etki yapmaktadır. Bu organizmalar ile direk temas eden gübre tozları öldürücü etki yapmaktadır.

Topraklara aşırı azotlu gübreler verilmesi *Rhizobium spp.* gibi simbiyotik azot fikse eden mikro organizmaların aktivitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda havanın serbest azotundan faydalanma oranı azalmaktadır. Buna ilave olarak verilen fazla azotlu gübreler nitrifikasyon bakterilerini faaliyetlerini sınırlandırmaktadır. Böylece masrafsız olan ikinci azot kaynağı da zarar görmektedir (Topbaş ve Brohi, 1998).

### 2.5. Nitrifikasyon

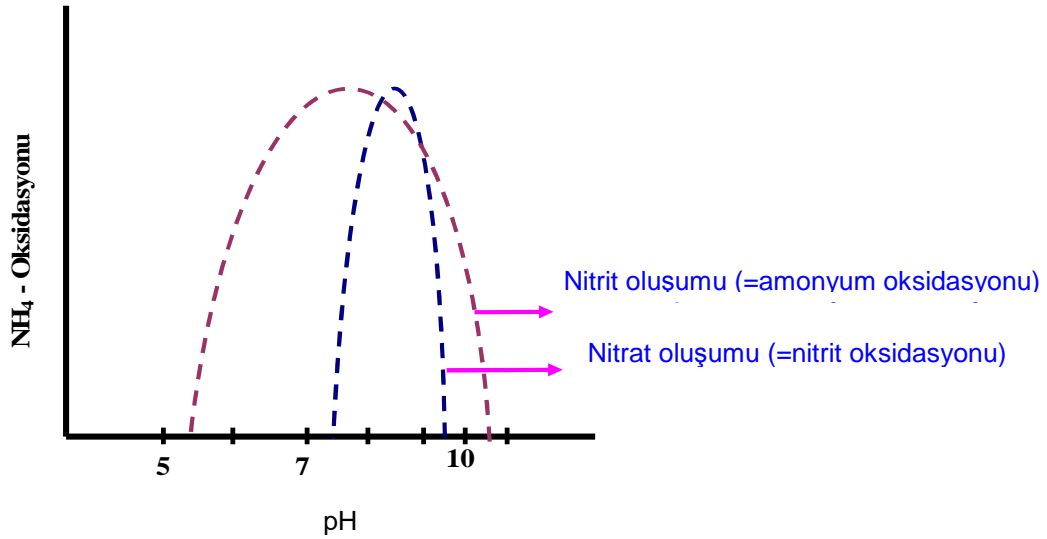
Nitrifikasyon,  $\text{NH}_4^+$  azotunun  $\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  azotuna dönüştüğü biyolojik bir süreçtir. Tarım topraklarında nitrifikasyon sürecinin izlenmesi, bitkilerin mineral azotça beslenmesi, azot yıkanması ( $\text{NO}_3^-$  yıkanması), denitrifikasyon yoluyla azot kaybı hakkında fikir edinebilmek için de önem taşımaktadır. Nitrifikasyon olayı oksijenli koşullar altında  $\text{NH}_4^+$  gibi mikroorganizmalarca öncelikle  $\text{NO}_2^-$  azotuna daha sonra yine ilgili mikroorganizmalarla  $\text{NO}_3^-$  azotuna dönüştürülmesiyle gerçekleşir.  $\text{NH}_4^+$  azotunun  $\text{NO}_2^-$  azotuna dönüştürülmesinde, *Nitrosomonas*, *Nitrosopira*, *Nitrosococcus* ve *Nitrosovibro* bakterileri rol oynamaktadır. Ancak bunlardan en önemlisi *nitrosomonas* cinsi olanıdır.  $\text{NO}_2^-$  azotunun  $\text{NO}_3^-$  azotuna dönüştürülmesinde, *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus* bakterileri rol alır. Bu grupta ise en önemli cins *Nitrobacter* cinsidir (Kızıloğlu, 1995).

Nitrifikasyon süreci biyolojik bir olay olması nedeniyle çevre ve kültürel faktörlerden etkilenir. Nitrifikasyon bakterileri mutlak aerob olduklarından, reaksiyonlar mutlak oksijence zengin koşullarda gerçekleşmektedir. Bu nedenle su altında kalan veya drenaj sorunları bulunan topraklarda nitrifikasyon sınırlanmaktadır.

Nitrifikasyon için optimum sıcaklık 24-29 °C arasındadır. Nitrat oluşumu 5 °C 'nin altında hızla azalmakla birlikte, ortam nemine bağlı olarak, 35 °C 'den yüksek sıcaklıklarda da aktivite düşmektedir. Toprak mikroorganizmalarının genelinde olduğu gibi, tarla kapasitesinin % 80'i düzeyinde nem nitrifikasyon için optimumdur.

Nitrifikasyon olayını gerçekleştiren nitrifikasyon bakterileri toprak pH'ndaki değişikliklere karşı çok duyarlıdır. Genel olarak nitrifikasyon bakterileri pH 5.5-10

arasında etkinlik gösterir (Şekil.2.2). Optimum pH'ları nötr civarındadır ve bu aralıkta maksimum seviyeye ulaşır (Morris and Dowson, 1962; Ögüş, 1970; Sezen, 1991).



Şekil 2.2. Nitrifikasyon bakterilerinin faaliyet gösterdikleri pH aralıkları (Gök, 2009)

Nitrifikasyon çoğunlukla toprakların azot elverişliliğinin göstergesi olarak kullanılır (Bai ve ark. 2010). Yapılan bazı çalışmalar azot depoizasyonunun potansiyel nitrifikasyon üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermiştir (McNulty ve ark. 1991). Fakat kısa süreli denemelerde aynı etki gözlemlenememiş, bunun olası nedeni olarak da deneme süresince asidik koşullara uyumlu mikrobiyel popülasyonun oluşamaması gösterilmiştir (Prescot 1995, Mansson ve Fakengren-Greruo 2003).

Toprak kirliliğinin nitrifikasyon üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, toprak pH'sının nitrifikasyon üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir (Sujetoivene, 2010).

Azot mineralizasyon düzeyini belirlemek amacıyla Uludağ yöresi topraklarında laboratuvar koşulları altında inkübasyon denemesi şeklinde yapılan bir çalışmada, araştırma yapılan alanlarda amonyum azotu miktarı 21. güne kadar artış göstermiş, 21. günden sonra düşüşe geçmiş, nitrat azotu ise 21. güne kadar yavaş,

sonrasında miktarında hızlı bir artış görülmüş ve mevcut sonuç nitrifikasyon ile ilişkilendirilmiştir (Güleryüz ve ark., 2007).

Gök ve ark. (1995) yaptıkları çalışmalarda yeşil gübrelemeden hemen sonra mineralizasyonun yoğun olarak başladığı, ancak amonifikasyon sonucu oluşan  $\text{NH}_4^+$ 'un, koşulların nitrifikasyon için uygun olması nedeniyle  $\text{NO}_3^-$ 'a dönüştüğünü ortaya koymuştur.

Erzurum ve Rize Yöresi topraklarının nitrifikasyon kapasitesi üzerine azotlu gübre ilavelerinin etkilerinin incelenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, topraklara farklı düzeylerde  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 'lu gübre dozları uygulanmıştır. Rize ve Erzurum yöresi topraklarının 30 günlük inkübasyonun sonunda nitrifikasyon kapasiteleri azotlu gübrelemeden etkilendiği, gübre ilavesine bağlı olarak nitrifikasyon kapasitelerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre her iki araştırma topraklarında başlangıç  $\text{NH}_4^+$ -N'u miktarlarına göre 30 günlük inkübasyon süresince amonyum azotu giderek azalış göstermiş,  $\text{NO}_3^-$ -N'u miktarların da ise giderek artış gösterdiği saptanmıştır. Ancak gerek  $\text{NH}_4^+$  gerekse  $\text{NO}_3^-$  azotu miktarları Erzurum yöresi toprağında Rize yöresi toprağına nazaran daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, Erzurum yöresi topraklarının pH (7.0) değerinin, Rize yöresi toprağından (5.6) daha yüksek olmasından kaynaklanabileceği kanısına varılmıştır. Zira nitrifikasyon olayında optimum  $\text{NO}_3^-$  oluşumu 6.6-8.0 pH aralığında gerçekleşmekte ve bu aralıkta mikrobiyal aktivite de maksimuma ulaşmaktadır. Bu durum organik azotun mineralizasyonunu olumlu etkilediği gibi  $\text{NO}_3^-$  azotu oluşumunu da olumlu yönde etkilemiştir (Kızıloğlu ve ark., 2001)

N'lu pelet gübreler kullanılarak buğday ve çeltik bitkileri ile yapılan bir çalışmada, yavaş salınımlı azotlu gübreler ile N'un kontrollü ve uzun süreli kullanımı sonucunda, nitrifikasyonun azalmasına bağlı olarak buğday bitkisinde verimin, konvansiyonel üre uygulanan alanlara oranla % 18.3-27.8, çeltiğin ise % 27.5-50.4 oranında arttığı görülmüş (Kolhe ve Mitra., 1989, Ahmed ve ark., 2007; Alemi ve ark., 2010).

## 2.6. Bitkilerin Azot Beslenmesinde Toprak pH'sının Önemi

Toprakta besin elementleri dengesinin sağlanması ve toprak özelliklerinin düzeltilmesi, toprak verimliliği ve bitkisel üretim açısından son derece önemlidir. Topraktaki besin elementi dengesi toprak reaksiyonundan fazlaca etkilenmektedir. Bu nedenle bitkisel üretimi maksimum seviyeye çıkarmak için toprak ve çevre şartlarının göz önüne alınması bitki yetiştiriciliği açısından büyük önem taşımaktadır. Toprak reaksiyonu ile toprak verimliliği arasında yakın bir ilişki mevcuttur. Toprak pH'sı toprakta bulunan besin elementlerinin elverişliliğine, toprağa üretkenlik ve verimlilik kazandıran mantar, bakteri ve aktinomisetlerin aktivitesine ve toprak strüktürünün oluşumuna doğrudan ve dolaylı biçimde etkili olmaktadır (Sezen, 1991).

Her bitki belli bir pH sınırına tolerans gösterir ve gelişimini o sınırlar içerisinde sürdürür. Bitki gelişimi, tolerans gösterdiği pH sınırlarının alt ve üst değerleri ötesinde yavaşlar ve ürün miktarında düşüş kaydedilir. Çünkü bu sınır pH değerleri ötesinde bitkilere elverişli durumda bulunan besin elementlerinin elverişliliğinin azalması veya bu elementlerin çözünürlüğünü arttırmak suretiyle bitkiler için toksik düzeye yükselmesi bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler. Bu bilgiler ışığında bitki yetiştirilecek toprağın pH'sının yetiştirilen bitkinin tolerans gösterebileceği pH aralığında olması veya toprakların pH ların bitkiye uygun duruma getirilmesi yoluna gidilmelidir (Anderson ve Johansson, 2006).

Bitkiler azotu büyük pH farkı gözetmeden  $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{NO}_3^-$  formunda alırlar. Bitkiler azottan en fazla pH 6-3 arasında faydalanırlar. Yüksek asit koşullarda mikrobiyal faaliyet yavaşlar ve asit karakterli hüminler teşekkül eder. Bunun sonucu olarak  $\text{NO}_3^-$  oluşumu düşer. Dolayısıyla bitkiler asit şartlarda  $\text{NO}_3^-$  azotundan gerektiği kadar istifade edemezler. Asit şartlarda  $\text{NO}_3^-$  şeklinde bazik şartlarda ise  $\text{NH}_4^+$  şeklinde azot kaybı söz konusudur. Topraktaki organik azotun inorganik azota çevrilmesinde (mineralizasyonunda) toprak reaksiyonu ve mikroorganizmaların büyük rolü vardır. Bitkiler genellikle pH'nın 6-8 arasında olduğu durumda topraktaki organik azottan azami yarar sağlarlar (Garabet ve ark., 1998).

Nitrifikasyon bakterilerinin nötr veya nötre yakın ortamlarda daha etkin olduktan görülmüştür. pH = 3.5-5 arasındaki çayır-mer'a ve benzeri topraklarda

nitratlaşmanın olduğu, ancak pH'nın düşmesi ile nitratlaşmanın güç ve yavaş yürüdüğü, buna karşın oluşan nitrat miktarının da yeterli olduğu bilinmektedir (Liao ve ark., 2004).

Pietri ve Brookers (2008) toprak pH'sının nitrifikasyon üzerindeki etkisini araştırmak için pH değerleri 3.7 ile 7.82 arasında değişen topraklarda yaptıkları bir çalışmada, en yüksek  $\text{NH}_4^+$ -N konsantrasyonunun en düşük pH değerine sahip toprakta (pH:3.7) bulunduğunu ve pH değeri 5.5 ve üzerinde olan topraklarda ise giderek  $\text{NH}_4^+$ -N değerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Toprak pH'sının nitrifikasyon üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan başka bir çalışmada toprak pH'sını düşürmek amacıyla elementel kükürt uygulaması yapılan alanlardaki  $\text{NH}_4^+$ -N konsantrasyonunun, konvansiyonel tarım yapılan aynı özellikteki diğer alanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Kemmit ve ark., 2006).

Asidik reaksiyon gösteren topraklarda kireçlemenin nitrifikasyon üzerine olumlu etki yapması pH'nın yükselmesi ile yarayışlı P, Cu, Mn ve benzeri besin iyonlarının artması, ortama yeteri kadar  $\text{Ca}^{+2}$  verilmiş olmasıyla açıklanabilir. Bazı araştırmacılar pH'sı 5.2-7.8 arasında değişen 50 toprak örneğinde yaptıkları inkübasyon denemelerinde pH'nın azot mineralizasyonunu önemli derecede etkilemediğini ortaya koymuşlardır (Ünal ve Başkaya, 1981; Bilen ve Sezen, 1993).

Kimi araştırmacıların çalışmalarına göre toprakların kireçlenmesi ile suda çözünmeyen Al ve Fe fosfatların, çözünürlüğü daha fazla olan kalsiyum fosfata dönüştüğü, bunun sonucu olarak  $\text{NH}_4^+$  iyonunun kolaylıkla  $\text{NO}_3^-$  formuna geçtiği ifade edilmiştir. Bitkilerce  $\text{NH}_4^+$  azotu alımının nötr pH aralığında optimum seviyede olduğu, toprak asitleştikçe  $\text{NH}_4^+$  alımının azaldığı, buna karşın  $\text{NO}_3^-$  alımının da arttığı, pH'nın yükselmesi sonucu ise  $\text{NH}_4$  azotunun bitkilerce alımının fazla,  $\text{NO}_3^-$  alımının ise az olduğu gözlenmiştir (Ateşalp, 1977; Aydemir, 1992).

Amonyum içerikli gübrelerin toprak pH'sı üzerine etkilerini araştırmak üzere yapılan bir inkübasyon çalışmasında,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  uygulamasının diğer uygulamalara göre başlangıçta 6.4 olan toprak pH değerini 60 gün sonrasında 5.8'e düşürdüğü gözlemlenmiştir (Thind ve Rowell, 1999).

## 2. 7. CULTAN Uygulamaları

Uzun süredir yapılan araştırmalarda uygulanan gübrenin etkinliğini artırmanın ve kayıpları minimize etmenin en uygun yolu gübrenin yüzey altına uygulanması olduğu görülmüştür (Rao ve Dao, 1996). Bitkisel üretimde verimi düşürmeden, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine zarar vermeden daha ekonomik bir tarım olanağı sağlayarak geleneksel gübreleme yöntemlerine alternatif olarak yüzey altına sıvı gübre enjeksiyon yöntemi (CULTAN), günümüzde birçok kültür bitkisinin yetiştiriciliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Tek seferde, yüksek konsantrasyonda, birçok makro ve mikro besin elementlerinin uygulanabilmesi, özellikle kireçli topraklarda etkili kök bölgesinde pH düşüşü ile birlikte topraktan mikroelementlerin daha etkin alımı, besin elementlerinin yanında herbisit ve fungusit uygulanabilmesi yöntemin öne çıkan faydaları arasında gösterilmektedir (Holloway ve ark., 2001).

Söz konusu bu yöntem ilk olarak 1972 yılında Sommer tarafından “Amonyum Depo Gübrelemesi” olarak geliştirilmiş ve uygulamaya konmuştur.

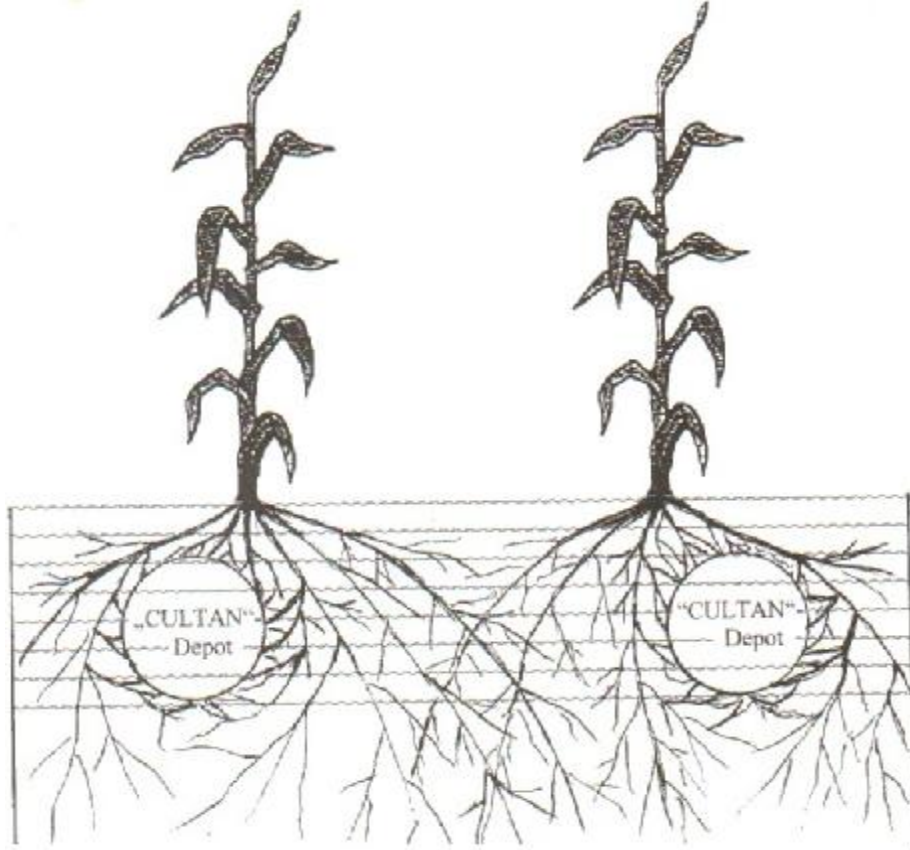
Son on yılda Avrupa’da sıvı mineral ve organik gübrelerin yüzey altı uygulamasında enjeksiyon mekanizması hızla gelişmiştir. Mineral azot gübrelerinin enjeksiyonu için çark şeklindeki enjektörler ilk Amerika Birleşik Devletleri’nde ve Kanada’da minimum ya da sıfır toprak işleme için geliştirilmiş, günümüzde ise birçok Avrupa ülkesinde çiftçiler ve büyük işletmeler tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Enjeksiyon gübrelemede kullanılan çark şeklindeki enjektör ve makinel

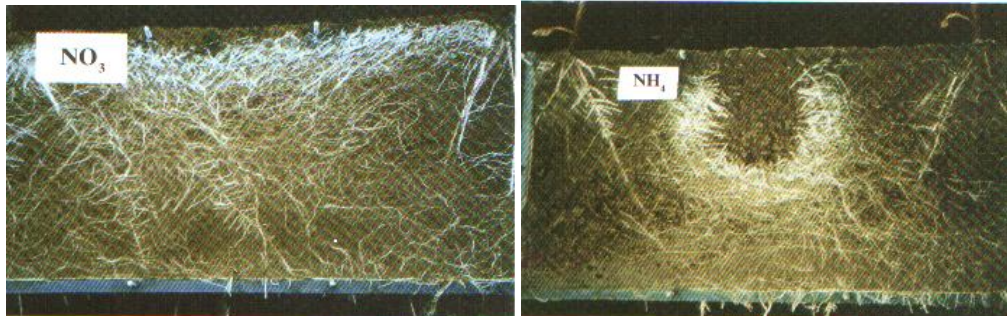
Söz konusu gübreleme yönteminin pratikte uygulanabilirliği konusunda son yıllarda önemli gelişmeler gözlenmiştir. Doksanlı yılların ortalarından bu yana, büyük girişimciler sıvı gübrelerin enjeksiyonu tekniğini arazide sıklıkla kullanmaya başlamışlar ve bu uygulamaya duyulan ilgi gün geçtikçe önemli artış göstermiştir. Bunun en önemli nedeni, mevcut sorunlara ( $\text{NO}_3^-$  yıkanması, volatilizasyon ve yüzey yıkanmaları şeklindeki kayıplar, sebze ve patateslerdeki yüksek  $\text{NO}_3^-$  birikimi) bugüne kadar uygulanan gübreleme yöntemleriyle çözüm üretilememiş olmasıdır (Kuecke, 2006).

Sommer (2000)'a göre, enjeksiyon yönteminin (En-Güb=CULTAN) kültür bitkilerinin N beslenmesi için uygulanması, uygulanan  $\text{NH}_4^+$ 'un bitkiler tarafından oldukça uzun süreli alınmasına yardımcı olmaktadır. Bunun için, konsantrasyonu oldukça yüksek olan  $\text{NH}_4^+$  ve üre içeren sıvı gübreler bitkilerin kök bölgelerine enjekte edilir. Uygulamanın yapıldığı bölgede  $\text{NH}_4^+$ 'un mikrobiyal nitrifikasyonunu sınırlayan yüksek  $\text{NH}_4^+$  konsantrasyonu (Üre kısa bir süre sonra amonyuma dönüşür) mevcuttur (enjeksiyon gübrelemenin uygulandığı bitki çeşidine 'birim alandaki enjeksiyon nokta sayısına' bağlı olarak 25.000 mg N- $\text{NH}_4^+$ /kg). Yüksek  $\text{NH}_4^+$  konsantrasyonuna sahip bu alan "N-deposu" olarak adlandırılır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Enjeksiyon gübrelemede (CULTAN) amonyum depo bölgesi (Sommer, 1990)

Kültür bitkilerinin kökleri bu alanın içine doğru büyüyemez, sadece depodan bitki köklerinin herhangi bir sorunla karşılaşmadan temas edebilecekleri difüzyon bölgelerine kadar ulaşırlar. Difüzyon bölgesindeki bu yüksek besin elementi miktarına  $\text{NH}_4^+$  formunda N almalarını sağlayan keçe şeklinde kök yığınları oluşturarak reaksiyon gösterirler (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Enjeksiyon gübrelemede bitki kök gelişimi (sağ : nitrat gübrelemesi; sol : amonyum gübrelemesi) (Weimar ve Sommer, 1990; Kuecke, 2001).

Amonyumun bu fizyolojik alım şeklinden hareketle Prof. Sommer söz konusu gübreleme stratejisini, kontrollü, uzun süreli  $\text{NH}_4^+$  beslenmesi olarak ifade eden CULTAN olarak adlandırmıştır.

Enjeksiyon gübreleme uygulamasında yüksek konsantrasyona sahip  $\text{NH}_4^+$ 'lu gübre çözeltileri, bu iş için özel olarak tasarlanmış enjeksiyon makineleri ile toprağın yaklaşık olarak 7-8 cm derinliğine uygulanır. Enjeksiyonun yapıldığı toprak kısımlarındaki  $\text{NH}_4^+$  konsantrasyonu bitki kökleri ve toprak mikroorganizmaları için yüksek ve toksiktir. Yetiştiriciliği yapılması düşünülen bitkinin kökleri bu bölgelerde büyüyemez, aksine uygulanan gübrenin bitkiye alınabileceği difüzyon bölgesine kadar büyüme gösterirler. Bitki uygulama bölgesinin etrafında oldukça yoğun kök oluşturarak, bu bölgeden N'un  $\text{NH}_4^+$  olarak alınmasına yardımcı olur (Schwarz ve ark., 2010).

CULTAN yöntemi ile buğday gibi tek yıllık bitkilerde saçak köklerin oluşumu esnasında, azota fazlaca ihtiyaç duyduğu dönemde yapılır. Bu sayede gelişmekte olan kökler bahsedilen depo bölgesi etrafında şekillenir (Weimar, 2003).

En-Güb uygulaması, aynı zamanda, uygulanan  $\text{NH}_4^+$ 'un nitrifikasyona uğraması ve alınan  $\text{NH}_4^+$ 'un rizosfere proton salgılaması sonucu, uygulama bölgesinin hemen kenarlarında toprak pH'nın düşmesine yol açar (Walg, 2000).

Enjeksiyon gübrelemesi uygulamasının, mikro besin elementi alımını artırıcı etkisinin olduğu da bilinmektedir (Kuecke, 2006).

## 2.8. CULTAN Yönteminin Toprakta Nitrifikasyona Etkisi

N-Depo bölgesinde toksik etki yaratan amonyum iyonları, bu bölgede yaşayan mikroorganizmaların uygulanan amonyum gübresinin nitrifikasyonla nitrat formuna dönüşümünü engeller. CULTAN methodu ile amonyumun kil mineralleri ve organik madde tarafından tutulması engellenir, bitkinin köklerini bu bölge etrafında geliştirmesi ile daha etkin bir şekilde uygulanan gübreden fayda sağlanır (Kücke ve Scherer, 2006).

### 2.9. CULTAN Yönteminin Kültür Bitkilerinde Verim ve Diğer Bazı Parametrelere Etkisi

Konvansiyonel gübre uygulamalarında, azotun hareketliliğinin fazla olması buğdayda tek seferde gübre uygulamasını engeller. Bu nedenle gerekli görülen miktardaki azotlu gübre bölünerek uygulanır. CULTAN yöntemi amonyum formundaki gübrelerin toprakta 6-10 cm deriliğine uygulanmasına ve N-depo adı verilen uygulama noktalarında yüksek konsantrasyonda amonyumun tutulmasına dayanır (Boelcke, 2000).

CULTAN uygulamasının prensibinden hareketle, buğday bitkisinin, konvansiyonel uygulamaya oranla bu uygulamadan daha çok faydalandığı tahmin edilmektedir (Sommer, 2005). Bir çok araştırmacı yayınlarında CULTAN uygulanan gübre ve yıllık yağış miktarına bağlı olarak bitkilerce azot alımını %15-60 oranında artırdığını belirtmişlerdir (Balik, 1985; Delin ve ark., 2008).

ÇEK Cumhuriyetinde 2007, 2008, 2009 yıllarında buğday bitkisinde yapılan bir çalışmada CULTAN uygulamasının verim, kalite ve azot alımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Konvansiyonel ve CULTAN yöntemlerinin farklı azotlu gübreler kullanılarak karşılaştırıldığı çalışmada CULTAN uygulamalı alanlarda verim, danede gluten ve protein içeriği düşük çıkmış, sebebi olarak da çalışmanın yapıldığı dönemin oldukça yağışlı geçmesi gösterilmiştir. Üre ve amonyum sülfatın birlikte uygulandığı CULTAN alanlarında, aynı yöntemin farklı gübrelerle uygulandığı alanlara göre ölçülen tüm karakteristikleri yüksek bulunmuş, konvansiyonel uygulamalarda ise amonyum sülfat uygulamasının verimi artırdığı gözlemlenmiştir (Kozlovsky ve ark., 2010).

Küecke ve Scherer (2006) CULTAN yöntemi ile gübrelenen bitkilerin, konvansiyonel yöntemlerle gübrelenen bitkilerle aynı ya da daha fazla verim ve kalite değerlerine sahip olduklarını yaptıkları araştırmaların sonuçlarına bağlı olarak bildirmişlerdir.

Çek Cumhuriyetinde buğday bitkisi ile yapılan başka bir araştırmada, 2007 yılında nisan ayının aşırı yağışlı geçmesinden dolayı verim CULTAN yönteminin uygulandığı tüm parsellerde diğer uygulamalara göre daha düşük bulunmuştur

(Kozlovsky, 2009). Benzer bir araştırmada yılın normalin üzerinde yağışlı olmasından dolayı CULTAN uygulamalarında diğer uygulamalara göre daha düşük verim ve % N değerleri saptanmıştır (Walter, 2001).

Enjeksiyon yöntemi ile konvansiyonel tek seferde ve bölünerek yüzeye gübre uygulamalarının farklı azot kaynakları kullanılarak (kalsiyum amonyum nitrat, üre, sıvı üre amonyum nitrat ve sıvı amonyum sülfat) karşılaştırıldığı başka bir denemede, enjeksiyon yöntemiyle gübre uygulamasının buğday bitkisinin kök bölgesinde hasat zamanına kadar ihtiyaç duyduğu azot miktarını, oluşan amonyum deposundan karşıladığı görülmüştür. Verim, danede protein miktarı ve kök üstü biyomas değerleri CULTAN uygulamasında konvansiyonel uygulamalarla aynı bulunmuştur (Schul ve ark., 2010).

2007 yılında İsveç'te enjeksiyon gübrelemenin kısa süreli azot etkinliğini artırıp artırmadığını araştırmak amacıyla bir deneme kurulmuştur. Toprak karakteristiğinin kumlu, vejetasyonun kalıcı çim olduğu deneme alanın bir kısmına konvansiyonel olarak (yüzeye serpmeye) granüler kalsiyum amonyum nitrat, bir kısmına ise enjeksiyon yöntemi sıvı amonyum nitrat (AN) 3-5 cm derinliğe uygulanmıştır. Sonuçlar enjeksiyon yönteminin azot kullanım etkinliğini belirgin derecede artırdığını ve bu etkisinin yanı sıra uygulama esnasında iş gücünün etkin kullanımı açısından büyük kolaylık sağladığını göstermiştir. Deneme 2008 yılında enjeksiyon uygulamalarına sıvı üre amonyum nitrat (UAN) ve üre (UEA) gübreleri eklenerek toprak karakteristiğinin kil olduğu bir alanda tekrarlanmış, sonuçlar konvansiyonel kalsiyum amonyum nitrat uygulamasının azot etkinliği açısından enjeksiyon yöntemle sıvı azot gübre uygulamalarından (AN, UAN, UEA) daha etkili olduğunu göstermiş. Mevcut sonuç, deneme alanlarının yürütüldüğü hakim toprak karakteristikleriyle ilişkilendirilmiştir (De Boer, 2010).

Yapılan başka bir araştırmada amonyumun toprağın minimum 3 cm altına uygulanmasıyla, amonyumun volatilizasyonla kaybının, yüzeye gübre uygulamalarına oranla % 30 daha az olduğu belirlenmiştir (Nyord ve ark., 2008).

Schittenhelm ve Menge-Hotman 2006 yılında yaptığı bir çalışmada amonyumun üre şeklinde gübrelenen bitkilerin, geleneksel (yüzeye serpmeye) yöntemle üre uygulanan bitkilere göre daha yeşil, sağlıklı yaprak ve yeşil aksam

oluşumu göstermiştir. Bu sayede bitkiler güneş ışığından daha etkin faydalanmış ve buna bağlı olarak verimde belirgin bir artış gözlemlenmiştir.

Nyord ve arkadaşlarının (2008) yaptığı bir çalışmada ağır bünyeli topraklarda azotlu gübre enjeksiyonun istenilen derinliğe yapılamaması ve uygulanan gübrenin yüzeyde kalıp volatilize olması nedeniyle buğday bitkisinde düşük verim alındığını, bu nedenle en uygun enjeksiyon derinliğinin 5 cm olduğunu belirtmişlerdir.

Kücke (2003) buğday bitkisi ile yaptığı bir çalışmada, CULTAN metodu ile 150 kg N/ha üre + amonyum sülfat olarak uygulandığı alanlardan aynı dozda gübrenin üçe bölünerek konvansiyonel uygulandığı alanlara göre %26 daha fazla verim alındığını belirtmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3. 1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma Alanı

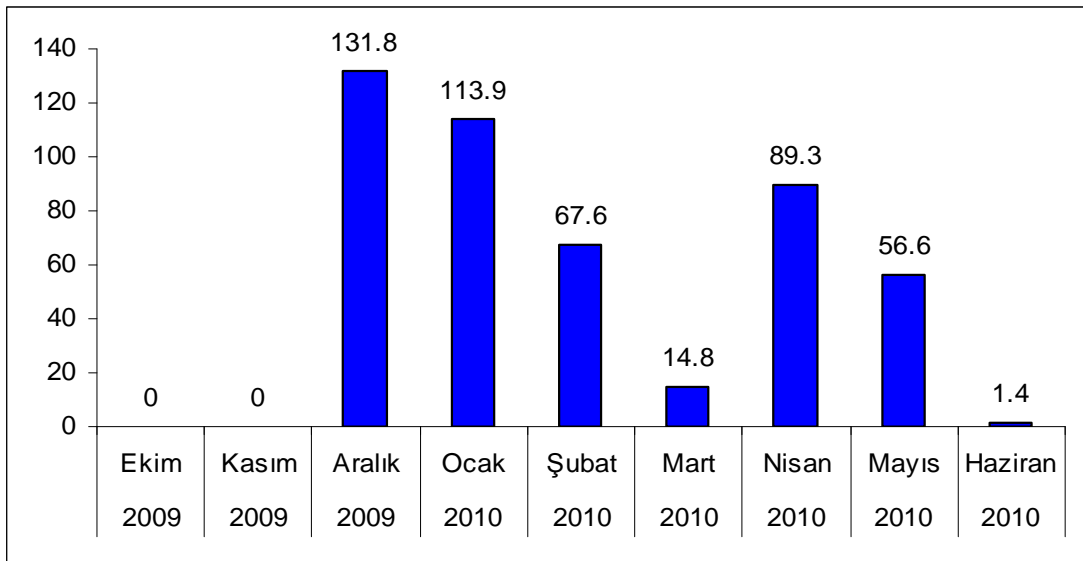
Arazi denemeleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma İstasyonunda Menzilat Serisinde 1 yıl boyunca yürütülmüştür. Menzilat serisi, Seyhan nehrinin yan derelerinin getirdiği çok genç alüvyal depozitelerden oluşmuştur. Hemen hemen düz ve düze yakın (% 0-2 eğim) topoğrafyaya sahiptir. Bu seriye ait topraklar oldukça derin profile sahip, A ve B horizonlarından oluşmuş ve bünyesi (tekstür) killi tın ve siltli kil olan topraklardır. Profilde toprak rengi kahve, koyu kahve ve donuk sarımsı kahverengidir. Menzilat serisinde yüzeyde organik madde birikimi sonucu rengi daha koyu olan bir A horizonu oluşumu ve kireç yıkanması en önemli pedojenik oluşumlarıdır. Kireç yıkanması alt horizonlarda küçük seyrek cepler ve kireç miselleri halinde birikimlere neden olmuştur. Ancak bu birikim bir kalsik horizon oluşturacak düzeyde değildir (Güleç ve Şenol, 2002).



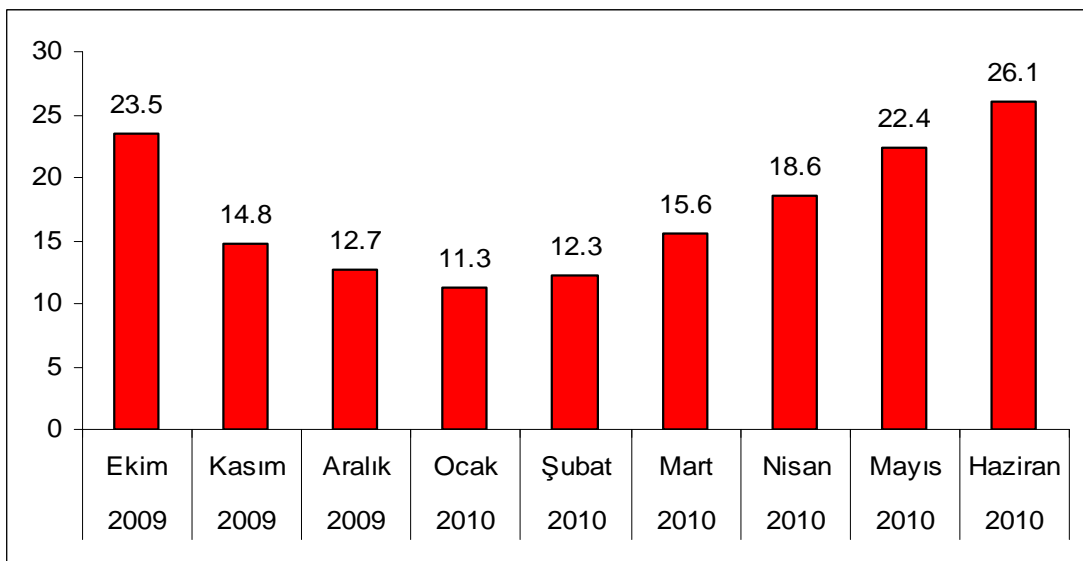
Şekil 3.1. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı

### 3.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Çukurova Bölgesi yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Ortalama oransal nem % 66 ve yıllık ortalama yağış miktarı 650 mm civarındadır. Deneme süresince, deneme alanına yakın meteoroloji istasyonunda tespit edilen ortalama hava sıcaklığı ve aylık toplam yağış değerleri 2009-2010 yılları vejetasyon süresi için Şekil 3.2’de ve Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme süresince Adana iline ait yağış miktarları (mm)



Şekil 3.3. Deneme süresince Adana iline ait ortalama sıcaklık değerleri (°C)

### 3.1.3. Deneme Alanı Topraklarının Özellikleri

Deneme alanı toprağının rutin özelliklerini belirlemek amacıyla deneme öncesi 0-30 cm toprak derinlikten alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve biyolojik özellikleri Çizelge 3.1.'de; bitkiye yararışlı bazı elementlerin içerikleri ise Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı topraklarına ait bazı fiziksel ve biyolojik özellikleri

Kum	Silt	Kil	Bünye Sınıfı	Org. Mad.	pH	Tuz	CaCO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub> Üretimi	DHA
---- % ----				%	(1:2.5 H <sub>2</sub> O)	%	%	mgCO <sub>2</sub> /100 gkt. 24h.	µg TPF/10 gkt
34.2	37.1	37.1	CL	1.73	8.2	0.045	17.8	12.6	135.5

Çizelge 3.2. Deneme alanı topraklarının bitkiye yararışlı bazı elementlerinin içerikleri

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Fe	Zn	Mn	Cu
kg/da	kg/da	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
4.7	65.4	9.4	10.3	0.7	0.6.	2.1	0.5

### 3.1.4. Denemede Kullanılan Buğday Çeşidi

Buğday çeşidi olarak Çukurova'da çiftçi koşullarında yaygın olarak ekimi yapılan Adana 99 kullanılmıştır.

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Denemenin Kurulması, Deneme Planı ve Deneme Süresince Yapılan İşlemler

Deneme, geleneksel (çiftçi koşulları) olarak uygulanan azot miktarının %70 ve %100'lük dozlarının, geleneksel yöntemle ve CULTAN yönteminde belirtilen sıvı amonyum azotu enjeksiyonu şeklinde (=En-Güb) uygulanması konularını

karşılaştırmak üzere 4 paralelli olarak kurulmuştur. Denemeye ayrıca azot uygulamasının yapılmadığı N<sub>0</sub> parseli kontrol olarak denemeye edilmiştir. Tarla denemeleri 5 deneme faktöründen oluşan, , her parsel büyüklüğü 12 m<sup>2</sup> ( 4 x 3 ebatlı) olan, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş 20 parselde yürütülmüştür. Her bir parsele sıra arası 15 cm, sıra üzeri 3 cm olacak şekilde, mibzerle 20 sıra buğday ekimi yapılmıştır.

Deneme alanının ekim öncesi fosfor düzeyinin yetersiz olmasından dolayı 10 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde, topraktaki P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> analiz sonucu dikkate alınarak 5,3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da TSP gübresi olarak, topraktaki Zn analiz sonucu dikkate alınarak 1 kg Zn/da olacak şekilde 5 kg ZnSO<sub>4</sub>/da uygulanmıştır. Potasyum ve ilgili mikroelementlerin miktarları yeterli görüldüğünden bu besin elementlerine yönelik herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Deneme Faktörleri	Faktör düzeyleri				
	Enjeksiyon yöntemi ile uygulama (En-Güb)		Geleneksel Uygulama		N 0
N-Dozu (uygulanan standart gübrenin %'si)	100 %	70 %	100 %	70 %	-
Varyant-No	1	2	3	4	5

Şekil 3.4. Denemeye ait varyantlar

Buğday ekimi 19 Kasım 2009 tarihinde yapılmış ve tüm vejetasyon dönemi boyunca rutin bakım ve sulama işleri yapılmıştır. 31 Aralık 2009 tarihinde enjeksiyon yöntemi ile gübreleme ve geleneksel gübrelemenin birinci aşaması aşağıda belirtilen şekilde ve miktarlarda yapılmıştır. 26 Ocak 2010 tarihinde

geleneksel gübreleme uygulamasının ikinci aşaması olan üst gübre de yine aşağıda belirtilen miktarlarda uygulanmış, 31 Mayıs 2010 tarihinde deneme belirtilen şekilde hasat edilmiştir.

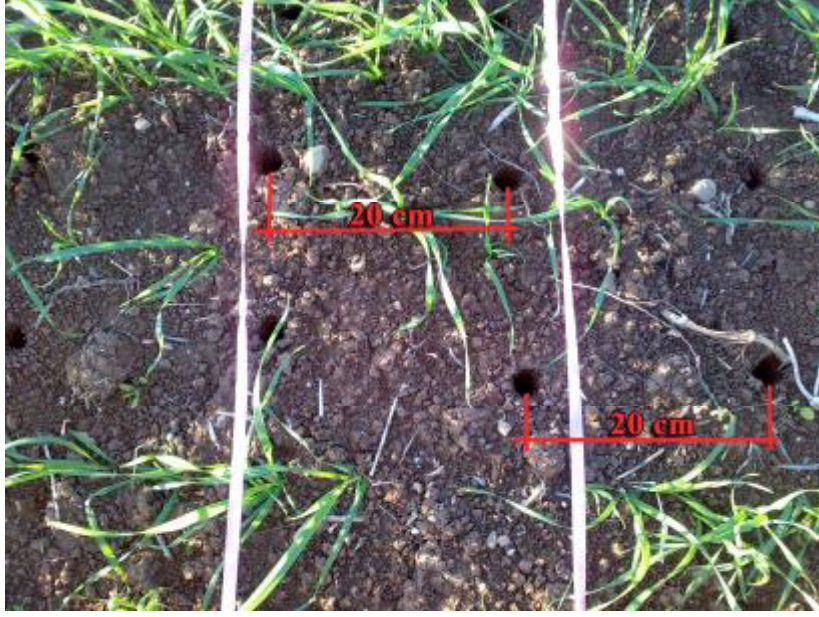
### 3.2.2. Uygulamalar

**En-Güb Ugulaması:**En-Güb uygulaması yapılan parsellerde, her parselin 4m'lik sıra uzunluğu boyunca 20 cm aralıklarla, 7-8 cm derinlikte enjeksiyon delikleri açılmıştır. Böylece her parsele 19 ara (20 sıra) üzerinden 380 noktadan enjeksiyon yapılmıştır. Enjeksiyon noktaları, her iki sıranın ortasından geçen çizgi boyunca açılmıştır. Örneklem noktaları plastik bir işaret bandı (bayrakçık) ile işaretlenmiştir.

Enjeksiyon uygulaması için suda çözülmüş amonyum sülfat gübresi kullanılmış, geleneksel uygulamalarda iki seferde uygulanan tüm azot miktarı (18 kg/da saf N), tek uygulamada verilmiştir. En-Güb uygulamalı parseller için gereken konsantrasyonlarda (% 2.76) gübre çözeltileri hazırlanmış ve enjeksiyon deliklerine 20 ml olarak enjeksiyonları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Enjeksiyon gübreleme hazırlığı



Şekil 3.6. Enjeksiyon noktaları arasındaki mesafe



Şekil 3.7. En-Güb uygulamalı parsellerde toprak örnekleme için işaretlenmiş enjeksiyon noktaları



Şekil 3.8. Enjeksiyon deliği derinliği



Şekil 3.9. Enjeksiyon gübreleme

Geleneksel Uygulama: Geleneksel uygulama yapılan parsellerde, çiftçi koşullarında olduğu gibi 18 kg/da saf azot taban ve üst gübre olmak üzere iki aşamada verilmiştir. Geleneksel yöntemle (sıra yanı çizi yöntemi) % 100 N dozunun uygulandığı parsellere 18 kg/da saf N üzerinden, taban gübresi ve üst gübre olmak üzere iki aşamada 216 g/12 m<sup>2</sup> saf N, % 70 N dozunun uygulandığı parsellere ise 12.6 kg/da saf N üzerinden 151 g/12 m<sup>2</sup> saf N olarak verilmiştir. Azot kaynağı olarak taban gübresi uygulamasında Amonyum Sülfat (%21 N), üst gübre uygulamasında ise Amonyum Nitrat (%33 N) kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Geleneksel gübre uygulaması

### 3.2.3. Toprak Örnekleme

Toprak örnekleme her uygulama için 0-20 cm ve 20-40 cm olmak üzere iki derinlikten yapılmıştır. Örnekleme noktaları uygulamalara göre değişmiştir. Buna göre enjeksiyon yönteminin uygulandığı parsellerde belirtilen derinliklerden, enjeksiyon noktasından ve iki enjeksiyon noktasının tam ortasından örnekleme yapılmıştır. Geleneksel gübreleme yapılan parsellerden ise gübre uygulanan bant üzerinden ve bantın 10 cm ilerisinden, iki sıra arasından örnekleme yapılmıştır.

0-20 cm derinlikten alınan örneklerde mikrobiyolojik analizler (toprağın CO<sub>2</sub> üretimi ve Dehidrogenaz enzimi aktivitesi), amonyum, nitrat analizleri ile pH ölçümü, 20-40 cm derinlikten alınan örneklerde ise yalnızca amonyum ve nitrat analizleri yapılmıştır.

Örnekleme sırasında toprak sıcaklığı yüzey toprağında (10 cm derinlikte) toprak termometresi ile ölçülmüştür.

### 3. 2. 4. Toprak ve Bitki Analizleri

Deneme öncesi, deneme süresince, hasat dönemlerinde alınan toprak ve bitki örneklerinde yapılan analizler aşağıda ilgili başlıklar altında verilmiştir.

#### 3. 2. 4. 1. Toprak Analizleri

Tekstür:Toprakların bünye analizleri, Bouyoucos (1951) tarafından esasları verilen, hidrometre yöntemiyle yapılmıştır.

Kireç:Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir (Çağlar, 1949).

Organik Madde:Modifiye edilmiş Lichterfelder yaş yakma yöntemine göre yapılmıştır (Schlichting ve Blume, 1966).

Total Tuz:Örneklerin doygunluk çamurları hazırlanarak ve total tuz Wheatstone köprüsü yöntemi ile saptanmıştır (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

Toprak Reaksiyonu (pH):Deneme öncesi ve deneme süresince toprak reaksiyonu cam elektrodlu Beckman pH metresiyle ölçülmüştür (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954).

Yarayışlı Fosfor:Olsen (1954)' in tanımladığı yöntemle göre analiz edilmiştir. Ekstraktta oluşan renk Kaya (1982)' nin tanımladığı şekilde giderildikten sonra fosfor kolorimetrik olarak Murphy ve Riley (1962)' in yöntemiyle belirlenmiştir.

Yarayışlı Potasyum:Yarayışlı potasyum 1 N Amonyum Asetat (pH=7) yöntemi ile elde edilen ekstraktın atomik adsorbsiyon spektrofotometrede tayin edilmesi sonucunda belirlenmiştir(Kaçar, 1984).

Mineral Azot (Nmin):Toprakların deneme öncesi ve deneme süresince mineral azot içeriğini bulmak için belirlenen noktalardan alınan taze toprak örneklerinde nitrat ve amonyum tayinleri yapılmıştır. Nitrat; Na-salicylat (Fabig ve ark., 1978), Amonyum; Na-nitroprussid (Deutsche Einheitsverfahren, 1983) yöntemine göre analiz edilmiştir.

Demir, Çinko, Bakır ve Mangan İçeriği:Fe, Zn, Cu, Mn analizleri DTPA yöntemine göre yapılmıştır. Elde edilen çözeltilerde belirtilen mikroelementlerin tayini atomik absorbsiyon spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1978).

CO<sub>2</sub> Çıkışı:Isermayer (1952) yöntemine göre deneme öncesinde ve deneme süresince araziden alınan taze topraklarda inkübasyon koşulları altında ortama verilen karbondioksitin ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Dehidrogenaz Enzimi Aktivitesi Tayini:Thalman (1967) yöntemine göre deneme öncesinde ve deneme süresince araziden alınan taze topraktan elde edilen ekstraktın spektrofotometrede okunmasıyla belirlenmiştir.

### 3. 2. 4. 2. Bitki Analizleri

Buğday bitkisinin hasat döneminde alınan bitki örneklerinde ve danede yapılan analizler aşağıda belirtilmiştir.

Total Azot Tayini:Buğday bitkisinde hasat sonrası alınan bitki örneklerinde ve danede N içerikleri (Bremner, 1965)'e göre kjeldahl aleti ile ölçülmüştür. Elde

edilen azot içerikleri (%), biyomas ağırlıkları ile çarpılarak azot miktarları hesaplanmıştır.

**Fosfor İçeriği:**Buğday bitkisinde hasat sonrası alınan bitki örneklerinde ve danede P Barton (1948) yöntemine göre spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

**Demir, Çinko, Bakır ve Mangan İçeriği:**Buğday bitkisinde hasat sonrası alınan bitki örneklerinde ve danede Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri kuru yakma yöntemine göre yapılmıştır. Elde edilen ekstraktlarda belirtilen mikroelementlerin tayini atomik absorpsiyon spektrofotometrede yapılmıştır.

**Verim (kg/da):**Her parselin orta üç sırasından tesadüfi olarak 1 m uzunluğunda bitki hasat edilmiş, daneler başaklardan ayrılıp nem içeriği % 9-10'a kadar düşecek şekilde serada kurutulduktan sonra tartılarak dane verimi kg/da olarak hesaplanmıştır.

**Biyomas Ağırlıkları:**Parsellerden alınan buğday kök üstü aksam ve danelerin kuru ağırlıkları alınmış ve kg/da olarak verilmiştir.

**1000 Dane Ağırlığı:**Parsellerden alınan buğday danelerinden 100'er adetlik beş ayrı grup oluşturulmuş, kuru ağırlıklarının ortalaması alınıp 10 ile çarpılmıştır.

**Birim Alanda Başak Sayısı:**Sıra üzerinden bir metre uzunluğunda hasat edilen buğday bitkilerine ait başaklar sayılıp, bir parseldeki toplam sıra uzunluğu dikkate alınak birim alandaki başak sayısı hesaplanmıştır.

**Başakta Dane Sayısı:**Parselleri temsil edecek beş adet başak seçilerek, başaklara ait daneler sayılıp ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

### 3. 2. 5. İstatistiki Değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuştur. Beck (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. Varyans analizleri bölünmüş parseller deneme deseni modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Enjeksiyon gübreleme yönteminin geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak farklı N dozu uygulamalarında, farklı derinliklerde ve gübre uygulama noktaları/sıraları uygulama noktaları arası/sıraları 'bant' arasında, toprağın nitrat ve amonyum azotu içeriğine etkisi, topraktan karbondioksit üretimi, dehidrogenaz enzimi aktivitesi, pH değerleri üzerine etkisi ile dane verimi, kök üstü biyomas verimi, dane ve kök üstünde bazı besin elementleri değerleri, ayrıca birim alanda başak sayısı, başakta dane sayısı, bin dane ağırlığı değerleri ile kök üstü aksam tarafından ve dane tarafından kaldırılan azot miktarları ilgili çizelge ve şekillerle irdelenmiştir. Toprak parametrelerine ait şekiller toprak nemi, toprak sıcaklığı ve hava sıcaklığı ile birlikte örnekleme dönemi içerisindeki değişimi göstermektedir.

##### 4.1. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N Dozu Uygulamalarında Toprağın Nitrat Azotu İçeriğine Etkisi

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte nitrat azotuna ( $N-NO_3^-$ ) etkilerine ilişkin değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4.1 ortalama değerlerine göre, en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri 9.52 mg/kg olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 4.83 mg/kg olarak kontrol parsellerinde sıra arasında ölçülmüştür. Enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri 20.27 mg/kg olarak ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da ve En-Güb%70 uygulamasının enjeksiyon noktasında ölçülmüştür. En düşük  $N-NO_3^-$  değeri ise 0.43 mg/kg olarak kontrol parselinde, yine ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da ölçülmüştür (Çizelge 4.2, Şekil 4.1). Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri 13.18 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da Geleneksel%100 uygulamasında bant yanında, en düşük 0.43 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak yine aynı tarihte kontrol parsellerinde sıra arasında ölçüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.3, Şekil 4.2). Hem enjeksiyon noktası/bant üzerinde hem de

enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 27.01.2010'da yapılan ikinci örneklemede ve 15.02.2010'da yapılan üçüncü örneklemede tüm uygulamalarda  $N-NO_3^-$  değerlerinin azaldığı, 19.03.2010'da yapılan dördüncü örneklemede ve 01.06.2010'da yapılan beşinci örneklemede yükseldiği belirlenmiştir. Topraktaki nitrat azotu içeriğinin üçüncü örnekleme zamandan sonra artması uygulanan amonyum içerikli gübrenin hava sıcaklığı ve beraberinde toprak sıcaklığının artmasına bağlı olarak nitrifikasyonla nitrat azotuna dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Genel ortalama sonuçlarına göre, enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri 9.52 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında (Çizelge 4.2), enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ise 7.32 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında (Çizelge 4.3) tesbit edilmiştir. En düşük  $N-NO_3^-$  değeri ise 4.83 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir.

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  ilişkin değerleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4 ortalama değerlerine göre, en yüksek  $N-NO_3^-$  7.31 mg/kg olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 2.32 mg/kg olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri 06.01.2010 tarihinde yapılan birinci örneklemede 20.27 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük  $N-NO_3^-$  değeri ise 0.56 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak yine aynı örnekleme zamanında kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir (Çizelge 4.5, Şekil 4.3). Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da 13.18 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak Geleneksel%100 uygulamasında bant yanında, en düşük ise 06.01.2010 tarihinde yapılan ilk örneklemede 0.43 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.4). 20-40 cm derinlikte genel ortalama sonuçlarına göre enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek  $N-NO_3^-$  değeri 7.31 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak En-Güb%100 enjeksiyon noktasında (Çizelge 4.5), enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek 5.08 mg/kg  $N-NO_3^-$  olarak Geleneksel%70

uygulamasında bant yanında (Çizelge 4.6) tesbit edilmiştir. En düşük N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri 2.32 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak kontrol parselinde sıra arasında tesbit edilmiştir.

Çizelge 4.1 ve 4.4'de genel ortalama değerleri birlikte incelendiğinde N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri 0-20 cm derinlikte 20-40 derinliğe oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu durum mikrobiyel faaliyetin yüzey toprağında daha etkin olduğunu, buna bağlı olarak uygulanan amonyumlu gübrenin nitrifikasyon sonucu nitrat azotuna dönüşümünün 0-20 cm derinlikte daha fazla gerçekleştiğini göstermektedir. Nitekim birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda nitrifikasyonun yüzeye yakın topraklarda, toprak sıcaklığının yaklaşık 25 °C olduğu yerlerde gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır (Sivri ve ark.,1998; Schlegel, 1985; Matulewich ve Finstein, 1978).

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ilişkin değerleri ise Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.7 ortalama değerlerine göre, en yüksek N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri 14.05 mg/kg olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında ölçülmüştür. Örnekleme dönemi içerisinde enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da, 27.14 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında ölçülmüştür. En düşük N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri ise, 4.61 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak 15.02.2010 tarihinde kontrol parsellerinde ölçülmüştür (Çizelge 4.8, Şekil 4.5). 27.01.2010'da yapılan ikinci örneklemede ve 15.02.2010'da yapılan üçüncü örneklemede tüm uygulamalarda N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin azaldığı, 19.03.2010'da yapılan dördüncü örneklemede ve 01.06.2010'da yapılan beşinci örneklemede değerlerin yükseldiği belirlenmiştir. Değerlerdeki azalmanın nedenlerinin örnekleme yapıldığı 27.01.2010 ve 15.02.2010 tarihlerinde buğday bitkisinin vegetatif dönem içinde olması ve bitki tarafından azot kullanımının en fazla olduğu dönem içerisinde olması, ayrıca vegetasyon dönemi içerisindeki en yağışlı dönem olması ve buna bağlı olarak toprak profili içerisinde yıkanmanın olduğu düşünülmektedir. Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri birinci örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da 22.96 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında, en düşük N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri ise 4.61 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak 15.02.2010 tarihinde kontrol parselinde ölçülmüştür

(Çizelge 4.9, Şekil 4.6). 0-40 cm derinlikte genel ortalama değerlerine göre, en yüksek N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değeri 14.05 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 7.14 mg/kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub> değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örnekleme Noktası	Örnekleme Dönemi						Ortalama					
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010							
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	7.64	f-i	7.27	hi	4.83	k-n	6.78	h-k	7.15	h-j	<b>6.74</b>	<b>CD</b>
	Enj. Nok. Arası	11.89	bc	7.50	g-i	2.98	n-p	7.50	g-i	6.72	h-k	<b>7.32</b>	<b>BC</b>
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	20.27	a	9.55	d-f	3.76	m-p	6.20	h-l	7.81	f-i	<b>9.52</b>	<b>A</b>
	Enj. Nok. Arası	5.93	h-l	7.13	h-j	4.43	l-o	5.81	i-l	9.86	d-e	<b>6.63</b>	<b>CD</b>
Geleneksel%100	Bant Üzeri	13.57	b	7.94	e-i	2.98	n-p	7.37	hi	8.00	f-h	<b>7.97</b>	<b>B</b>
	Bant Yanı	13.18	b	6.19	h-l	3.05	n-p	6.17	h-l	7.95	f-i	<b>7.31</b>	<b>BC</b>
Geleneksel%70	Bant Üzeri	9.49	d-g	6.25	h-l	2.63	op	6.55	h-k	7.41	hi	<b>6.47</b>	<b>CD</b>
	Bant Yanı	11.05	cd	5.14	j-m	2.03	pq	6.77	h-k	5.95	h-l	<b>6.19</b>	<b>D</b>
Kontrol	Sıra Arası	0.43	q	6.21	h-l	3.32	m-p	6.57	h-k	7.61	f-i	<b>4.83</b>	<b>E</b>

Çizelge 4.2. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	7.64 b	7.27 d	4.83 ef	6.78 d	7.15 d	6.74 C
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	20.27 a	9.55 c	3.76 fg	6.20 de	7.81 cd	9.52 A
Geleneksel%100	Bant Üzeri	13.57 b	7.94 cd	2.98 g	7.37 d	8.00 cd	7.97 B
Geleneksel%70	Bant Üzeri	9.49 c	6.25 de	2.63 g	6.55 de	7.41 d	6.47 C
Kontrol	Sıra Arası	0.43 h	6.21 de	3.32 fg	6.57 de	7.61 d	4.83 D

Çizelge 4.3. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	11.89 ab	7.50 d	2.98 h-i	7.50 d	6.72 de	7.32 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	5.93 d-f	7.13 de	4.43 f-h	5.81 d-f	9.86 c	6.63 AB
Geleneksel%100	Bant Yanı	13.18 a	6.19 d-f	3.05 h-i	6.17 d-f	7.95 d	7.31 A
Geleneksel%70	Bant Yanı	11.05 bc	5.14 e-g	2.03 i-j	6.77 de	5.95 d-f	6.19 B
Kontrol	Sıra Arası	0.43 j	6.21 d-f	3.32 g-h	6.57 d-f	7.61 d	4.83 C

Çizelge 4.4. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  değerlerine (mg/kg) etkisi

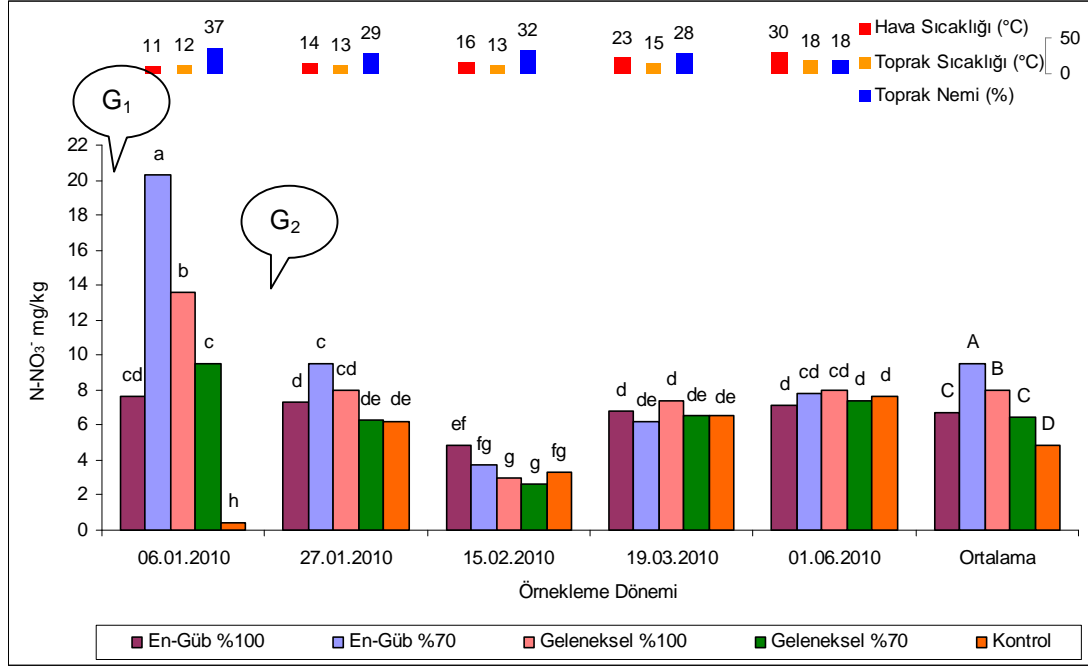
Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	9.42 a-c	12.43 a	8.05 b-d	2.47 gh	4.18 d-h	7.31 A	
	Enj. Nok. Arası	11.07 ab	1.54 gh	3.43 f-h	3.75 e-h	4.98 d-g	4.96 BC	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	6.87 c-f	2.64 gh	4.00 e-h	2.49 gh	3.91 e-h	3.98 BC	
	Enj. Nok. Arası	5.19 d-g	2.27 gh	3.83 e-h	2.36 gh	3.83 e-h	3.50 B-D	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	7.60 b-e	4.99 d-g	3.21 f-h	3.09 f-h	5.35 d-g	4.85 BC	
	Bant Yanı	2.41 gh	3.06 f-h	3.54 f-h	3.81 e-h	4.07 e-h	3.38 CD	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	12.41 a	1.63 gh	1.44 gh	2.83 f-h	4.61 d-h	4.58 BC	
	Bant Yanı	10.98 ab	3.93 e-h	2.24 gh	3.55 f-h	4.69 d-g	5.08 B	
Kontrol	Sıra Arası	4.65 d-h	0.56 h	1.30 gh	1.53 gh	3.55 f-h	2.32 D	

Çizelge 4.5. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

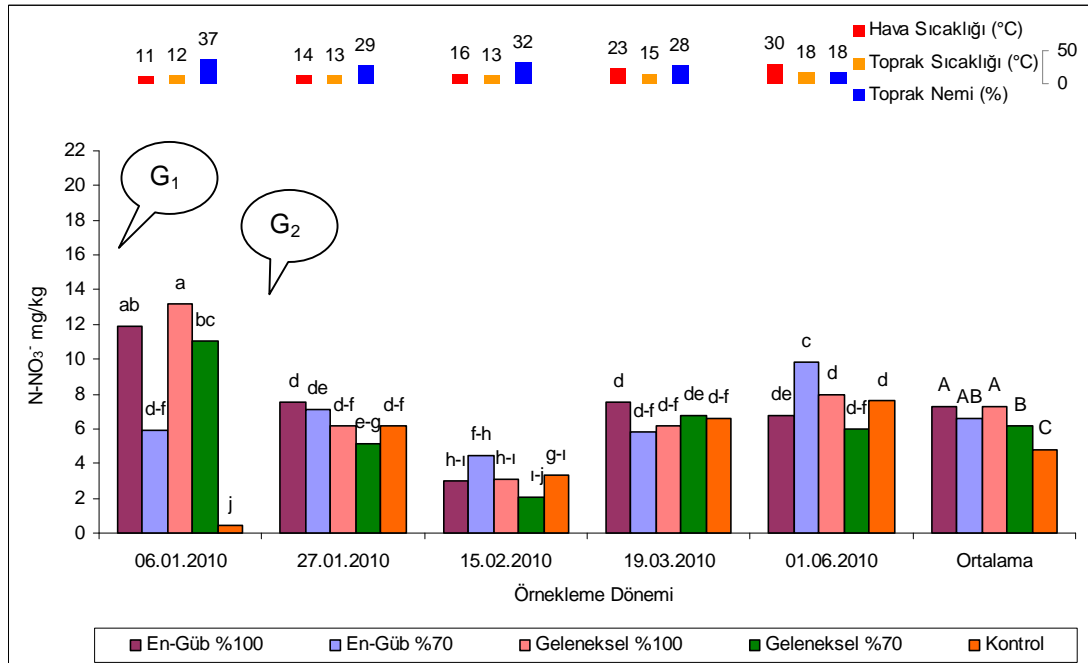
Uygulamalar	Örneklemeye Noktası	Örneklemeye Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	9.42 ab	12.43 a	8.05 bc	2.47 fg	4.18 c-g	7.31 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	6.87 b-e	2.64 fg	4.00 c-g	2.49 fg	3.91 d-g	3.98 B	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	7.60 b-d	4.99 c-f	3.21 e-g	3.09 e-g	5.35 c-f	4.85 B	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	12.41 a	1.63 fg	1.44 fg	2.83 e-g	4.61 c-g	4.58 B	
Kontrol	Sıra Arası	4.65 c-g	0.56 g	1.30 fg	1.53 fg	3.55 d-g	2.32 C	

Çizelge 4.6. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

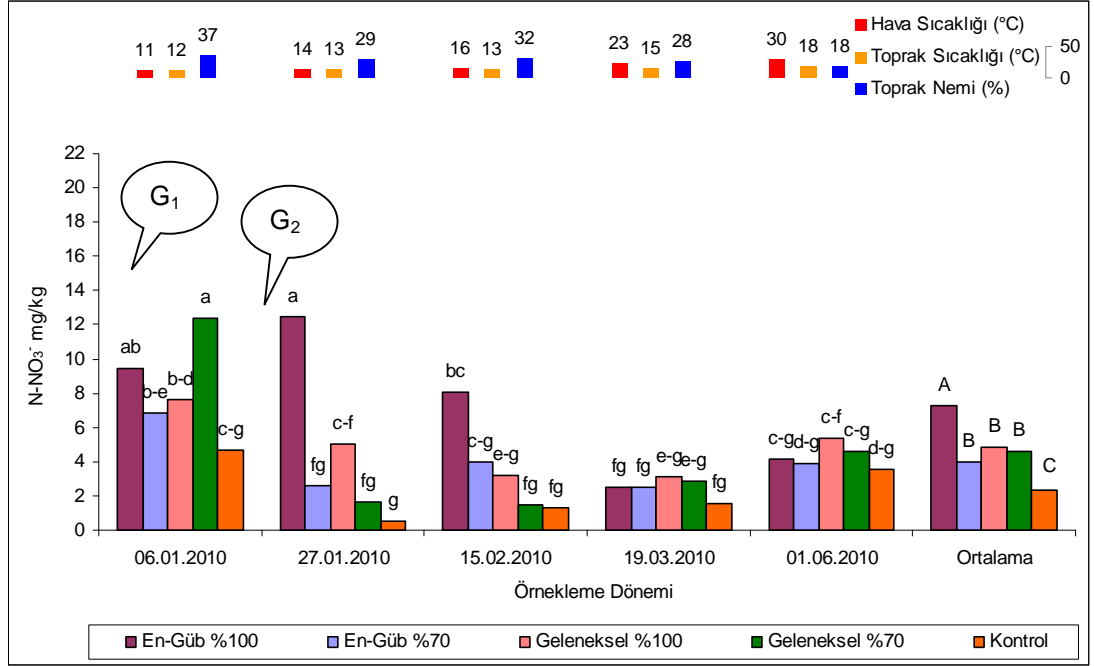
Uygulamalar	Örneklemeye Noktası	Örneklemeye Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	11.07 a	1.54 b-d	3.43 b-d	3.75 b-d	4.98 bc	4.96 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	5.19 b	2.27 b-d	3.83 b-d	2.36 b-d	3.83 b-d	3.50 B	
Geleneksel%100	Bant Yanı	2.41 b-d	3.06 b-d	3.54 b-d	3.81 b-d	4.07 b-d	3.38 B	
Geleneksel%70	Bant Yanı	10.98 a	3.93 b-g	2.24 b-d	3.55 b-d	4.69 bc	5.08 A	
Kontrol	Sıra Arası	4.65 bc	0.56 d	1.30 cd	1.53 b-d	3.55 b-d	2.32 B	



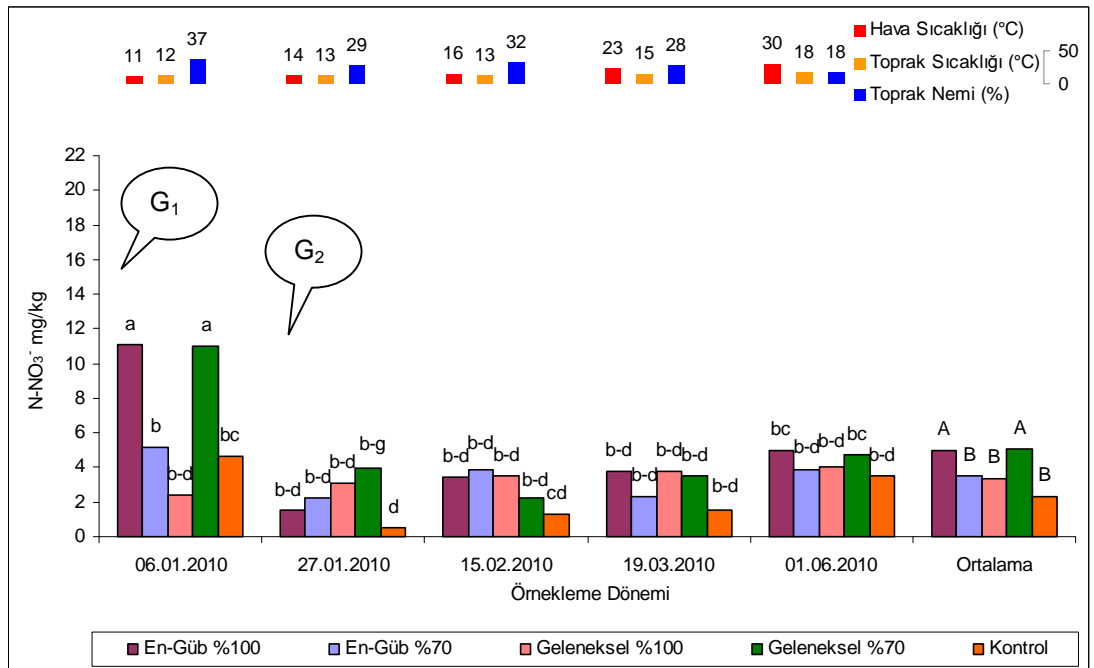
Şekil 4.1. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.2. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.3. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 20-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.4. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 20-40 cm derinlikte  $N-NO_3^-$  değerlerine (mg/kg) etkisi

Çizelge 4.7. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

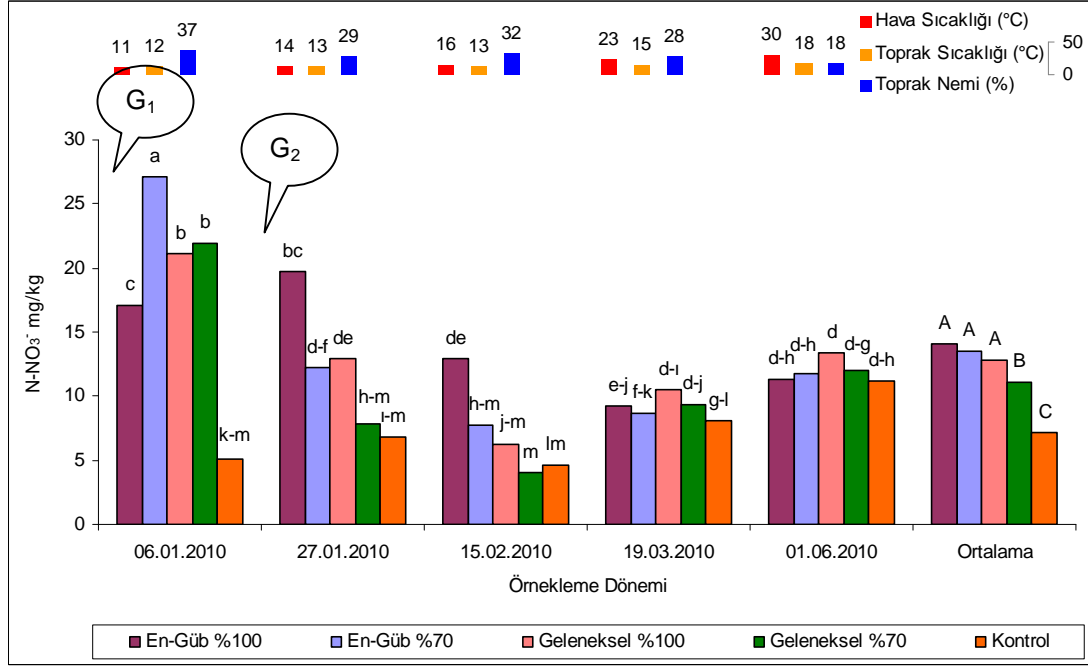
Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi							Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010			
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	17.06 cd	19.70 bc	12.89 e-h	9.25 g-n	11.33 f-k			14.05 A
	Enj. Nok. Arası	22.96 b	9.04 h-o	6.41 m-r	11.26 f-k	11.70 e-k			12.27 B-D
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	27.14 a	12.20 e-i	7.76 k-r	8.68 i-p	11.72 e-k			13.50 AB
	Enj. Nok. Arası	11.12 f-k	9.40 g-h	8.26 i-q	8.18 i-q	13.69 d-f			10.13 E
Geleneksel%100	Bant Üzeri	21.17 b	12.93 e-h	6.19 n-r	10.45 f-m	13.35 e-g			12.82 A-C
	Bant Yanı	15.58 de	9.25 g-n	6.58 l-n	9.98 f-n	12.03 e-j			10.68 DE
Geleneksel%70	Bant Üzeri	21.90 b	7.88 j-r	4.07 r	9.38 g-n	12.03 e-j			11.05 DE
	Bant Yanı	22.03 b	9.07 h-o	4.26 q-r	10.32 f-n	10.64 f-l			11.26 C-E
Kontrol	Sıra Arası	5.08 o-r	6.76 l-r	4.61 q-r	8.10 i-r	11.16 f-k			7.14 F

Çizelge 4.8. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerindeki N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

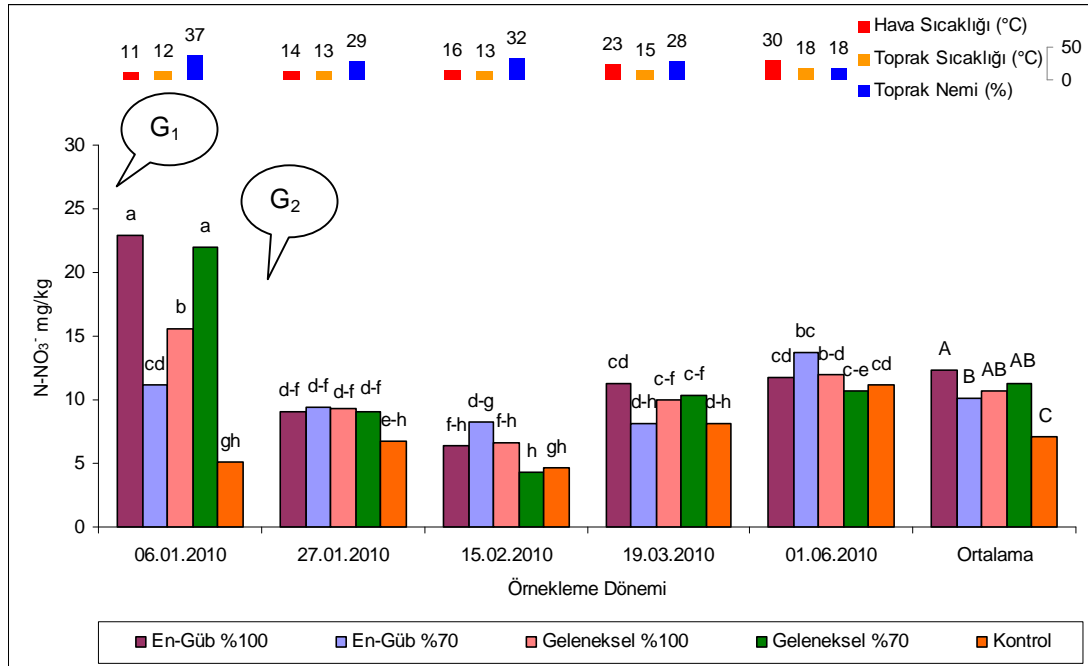
Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	17.06 c	19.70 bc	12.89 de	9.25 e-j	11.33 d-h	14.05 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	27.14 a	12.20 d-f	7.76 h-m	8.68 f-k	11.72 d-h	13.50 A
Geleneksel%100	Bant Üzeri	21.17 b	12.93 de	6.19 j-m	10.45 d-i	13.35 d	12.82 A
Geleneksel%70	Bant Üzeri	21.90 b	7.88 h-m	4.07 m	9.38 d-j	12.03 d-g	11.05 B
Kontrol	Sıra Arası	5.08 k-m	6.76 i-m	4.61 l-m	8.10 g-l	11.16 d-h	7.14 C

Çizelge 4.9. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	22.96 c	9.04 d-f	6.41 f-h	11.26 cd	11.70 cd	12.27 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	11.12 cd	9.40 d-f	8.26 d-g	8.18 d-h	13.69 bc	10.13 B
Geleneksel%100	Bant Yanı	15.58 b	9.25 d-f	6.58 f-h	9.98 c-f	12.03 b-d	10.68 AB
Geleneksel%70	Bant Yanı	22.03 a	9.07 d-f	4.26 h	10.32 c-f	10.64 c-e	11.26 AB
Kontrol	Sıra Arası	5.08 gh	6.76 e-h	4.61 gh	8.10 d-h	11.16 cd	4.83 C



Şekil 4.5. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-40 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.6. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-40 cm derinlikte N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

#### 4.2. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N Dozu Uygulamalarında Toprağın Amonyum Azotu İçeriğine Etkisi

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte amonyum azotuna (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ilişkin değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 ortalama değerlerine göre, en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 19.63 mg/kg olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında belirlenmiştir. Örnekleme dönemi içerisinde 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 72.08 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında en düşük 0.40 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında, ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da ölçülmüştür (Çizelge 4.11). Enjeksiyon uygulamalarında ilk örnekleme zamanında yüksek konsantrasyonda amonyum azotu içerikli gübre uygulanması nedeniyle sonraki örnekleme tarihine göre istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur. Birinci örnekleme tarihini takip eden örnekleme tarihlerinde uygulanan amonyum azotu içerikli gübrenin nitrifikasyonla nitrat azotuna dönüşmesi nedeniyle uygulamalar arasında N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerleri belirgin bir değişiklik göstermemiştir (Şekil 4.7). Çizelge 4.12 değerlerine göre, 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 19.73 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında, en düşük N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 0.40 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında yine aynı örnekleme zamanında ölçülmüştür. 06.01.2010 tarihinde yapılan ilk örneklemeden sonra yapılan tüm örnekleme tarihlerinde uygulanan amonyum içerikli gübrenin tüm uygulamalarda nitrifikasyonla nitrat azotuna dönüşmesi nedeniyle uygulamalar arasında N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerleri açısından belirgin bir fark gözlemlenmemiştir (Şekil 4.8). 0-20 cm derinlikte genel ortalama değerlerine göre, enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 19.63 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 4.61 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında

ise en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri 9.35 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak En-Güb%100 uygulamasında, en düşük  $N-NH_4^+$  değeri yine 4.61 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. 0-20 cm derinlikte genel ortalama değerlerine göre enjeksiyon uygulamalarında geleneksel uygulamalara ve kontrole kıyasla daha fazla amonyum azotu tesbit edilmiştir. Bu durum enjeksiyon gübre uygulamaları ile  $N-NH_4^+$ 'nin nitrifikasyonun en fazla gerçekleştiği yüzey toprağında geleneksel uygulamalara göre daha fazla muhafaza edildiğini göstermektedir. Nitekim Kücke ve Scherer (2006) CULTAN uygulamaların Kuzey Almanya koşullarında mısır vegetasyonu altında toprakta nitrifikasyon üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları benzer bir çalışmada N-Depo bölgesinde toksik etki yaratan amonyum iyonlarının, bu bölgede yaşayan mikroorganizmaların uygulanan amonyum gübresinin nitrifikasyonla nitrat formuna dönüşümünü engellediğini buna bağlı olarak bu bölgede nitrifikasyonun minimize edildiğini bildirmişlerdir.

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$ 'na ilişkin değerler Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelge 4.13 ortalama değerlerine göre, en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri 11.21 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında belirlenmiştir. Örnekleme dönemi içerisinde 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri 06.01.2010 tarihide yapılan ilk örneklemede 44.74 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük  $N-NH_4^+$  değeri ise 15.02.2010 tarihinde yapılan üçüncü örneklemede 1.40 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak kontrol parsellerinde tesbit edilmiştir. Örnekleme dönemi boyunca enjeksiyon noktası/bant üzerinde istatistiksel olarak en yüksek  $N-NH_4^+$  değerleri 06.01.2010 tarihinde yapılan ilk örneklemede En-Güb%100 ve En-Güb%70 uygulamalarında enjeksiyon noktalarında ölçülmüştür (Çizelge 4.14, Şekil 4.9). 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri 06.01.2010 tarihide yapılan ilk örneklemede 10.46 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında ölçülmüştür. En düşük  $N-NH_4^+$  değeri 27.01.2010 tarihinde yapılan ikinci örneklemede 1.40 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak kontrol parsellerinde tesbit edilmiştir. Örnekleme dönemi boyunca tüm uygulamalarda  $N-NH_4^+$  değerlerinde

uygulanan amonyum azotu içerkli gübrenin nitrifikasyona uğraması nedeniyle belirgin bir farklılık tesbit edilmemiştir (Çizelge 4.15, Şekil 4.10). 20-40 cm derinlikte genel ortalama değerlerine göre, enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 11.21 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 2.30 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ise en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 4.55 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında tesbit edilmiştir.

Çizelge 4.10 ve 4.13 birlikte incelendiğinde 0-20 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ilk ölçüm değerleri 20-40 cm derinlikteki N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine oranla daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. İlk örnekleme izleyen örneklemelelere ait değerlerde belirgin bir değişiklik görülmemiştir. 0-20 cm derinlikte enjeksiyon uygulamalarında aynı derinlikteki diğer uygulamalara ve kontrole göre, aynı zamanda 20-40 cm derinlikte tüm uygulamalara göre yüksek bulunması enjeksiyon noktalarında oluşan N-depo bölgesinde amonyum azotunun nitrifikasyona uğramadan muhafaza edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>'na ilişkin değerler Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelge 4.16 ortalama değerlerine göre en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 29.90 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 6.91 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Örnekleme dönemi içerisinde 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 06.01.2010 tarihide yapılan ilk örneklemede 110.86 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010'da 4.75 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.17, Şekil 4.11). 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 06.01.2010 tarihide yapılan ilk örneklemede 30.20 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında ölçülmüştür. En düşük N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değeri 4.75 mg/kg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> olarak kontrol parsellerinde sıra arasında yine aynı örnekleme zamanında ölçülmüştür (Çizelge 4.18, Şekil 4.12). 0-40 cm derinlikte

genel ortalama değerlerine göre enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri 29.90 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak En-Gb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 6.91 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en yüksek  $N-NH_4^+$  değeri 13.90 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak En-Gb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında, en düşük 6.91 mg/kg  $N-NH_4^+$  olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi								Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	01.06.2010	01.06.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	66.12 b	5.36 g-m	3.57 j-m	8.55 e-j	9.81 d-g	18.68 A			
	Enj. Nok. Arası	19.73 c	8.14 e-k	2.33 n	8.72 e-i	7.86 e-k	9.35 BC			
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	72.08 a	8.44 e-j	4.04 i-n	6.60 g-m	7.00 g-m	19.63 A			
	Enj. Nok. Arası	6.59 g-m	7.69 e-l	2.46 mn	6.58 g-m	9.21 d-h	6.51 DE			
Geleneksel%100	Bant Üzeri	19.59 c	12.44 e-k	7.23 f-m	8.09 e-k	5.77 g-m	10.62 B			
	Bant Yanı	13.46 d	6.99 g-m	3.22 k-n	6.63 g-m	8.32 d-h	7.72 CD			
Geleneksel%70	Bant Üzeri	7.69 e-l	5.90 g-m	4.55 h-n	5.87 g-m	7.67 e-l	6.34 DE			
	Bant Yanı	12.09 d-f	6.65 g-m	2.68 l-n	6.43 g-m	9.72 d-g	7.51 CD			
Kontrol	Sıra Arası	0.40 n	6.33 g-m	3.80 i-n	5.94 g-m	6.60 g-m	4.61 E			

Çizelge 4.11. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örneklemeye Noktası	Örneklemeye Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	72.00 a	5.36 e-i	3.57 i	8.55 de	9.81 cd	18.68 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	72.08 a	8.44 de	4.04 g-i	6.60 e-i	7.00 d-h	19.63 A	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	19.59 b	12.44 c	7.23 d-g	8.09 de	5.77 e-i	10.62 B	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	7.69 d-f	5.90 e-i	4.55 f-i	5.87 e-i	7.67 d-f	6.34 C	
Kontrol	Sıra Arası	0.40 j	6.33 e-i	3.80 h-i	5.94 e-i	6.60 d-i	4.61 D	

Çizelge 4.12. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örneklemeye Noktası	Örneklemeye Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	19.73 a	8.14 c-f	2.33 i	8.72 cd	7.86 d-g	9.35 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	6.59 f-h	7.69 d-g	2.46 i	6.58 f-h	9.21 cd	6.51 C	
Geleneksel%100	Bant Yanı	13.46 b	6.99 e-h	3.22 i	6.63 f-h	8.32 c-e	7.72 B	
Geleneksel%70	Bant Yanı	12.09 b	6.65 f-h	2.68 i	6.43 gh	9.72 c	7.51 B	
Kontrol	Sıra Arası	0.40 i	6.33 gh	3.80 i	5.94 h	6.60 f-h	4.61 D	

Çizelge 4.13. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

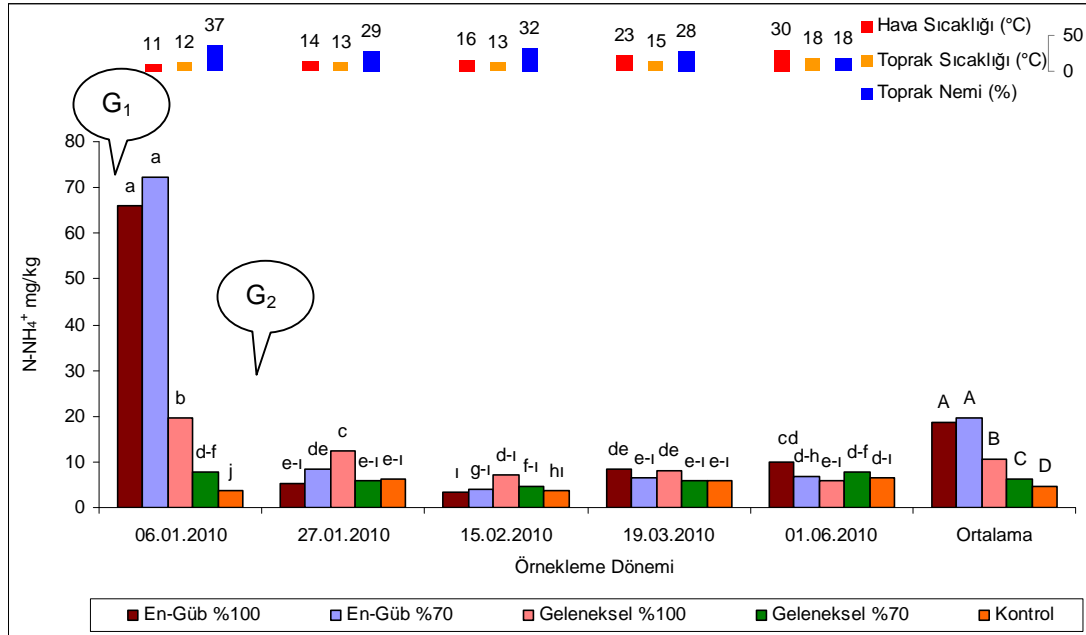
Uygulamalar	Örnekleme Noktası	Örnekleme Dönemi								Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010				
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	44.74 a	2.56 n-m	2.31 i-m	2.90 f-m	3.55 d-m				11.21 A
	Enj. Nok. Arası	10.46 b	0.62 m	4.25 d-m	2.78 g-m	4.64 d-k				4.55 CD
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	8.37 bc	6.95 cd	11.30 b	2.01 j-m	3.74 d-m				6.47 B
	Enj. Nok. Arası	4.78 d-k	1.42 j-m	2.29 i-m	2.39 i-m	4.34 d-l				3.04 EF
Geleneksel%100	Bant Üzeri	6.44 c-f	1.20 k-m	6.36 c-g	5.84 c-i	4.66 d-k				4.90 CD
	Bant Yanı	2.69 h-m	1.27 k-m	5.05 c-j	3.30 e-m	4.51 d-k				3.36 D-F
Geleneksel%70	Bant Üzeri	6.55 c-e	0.82 lm	2.61 h-m	2.53 i-m	3.75 d-m				3.25 D-f
	Bant Yanı	6.64 c-e	1.30 k-m	6.16 c-h	2.89 f-m	3.91 d-m				4.18 C-E
Kontrol	Sıra Arası	4.35 d-l	1.41 j-m	1.40 j-m	1.87 j-k	2.48 i-m				2.30 F

Çizelge 4.14. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi

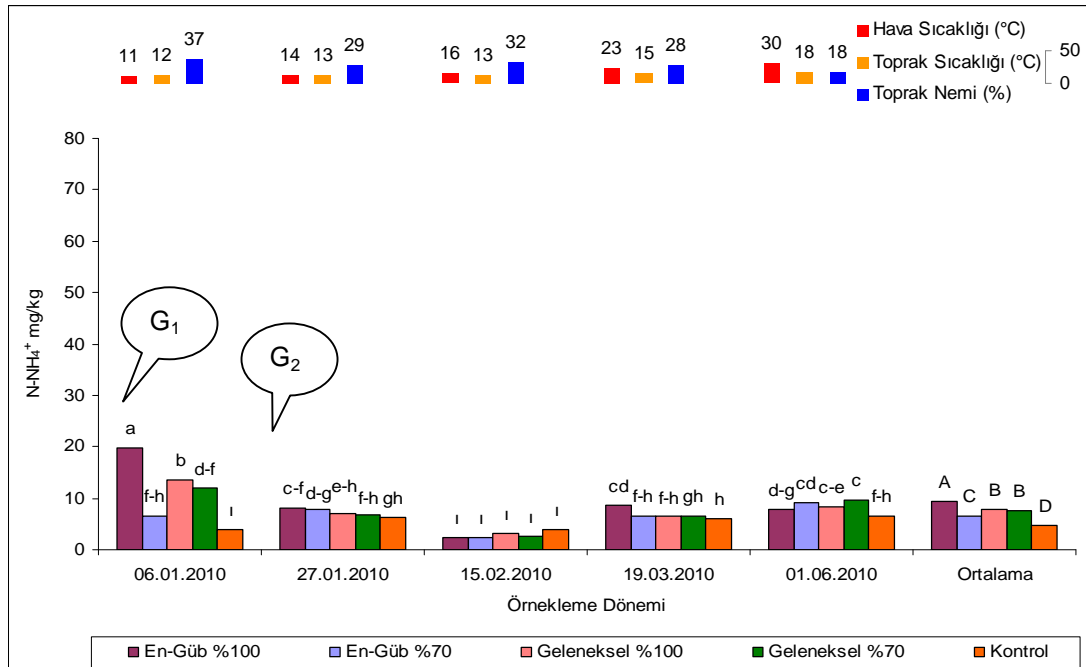
Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	44.74 a	2.56 d-h	2.31 e-h	2.90 d-h	3.55 d-h	11.21 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	8.37 bc	6.95 cd	11.30 b	2.01 e-h	3.74 e-h	6.47 B	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	6.44 c-f	1.20 gh	6.36 c-f	5.84 c-g	4.66 c-h	4.90 BC	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	6.55 c-e	0.82 h	2.61 d-h	2.53 d-h	3.75 d-h	3.25 CD	
Kontrol	Sıra Arası	4.35 c-h	1.41 gh	1.41 gh	1.87 f-h	2.48 d-h	2.30 D	

Çizelge 4.15. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 20-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi

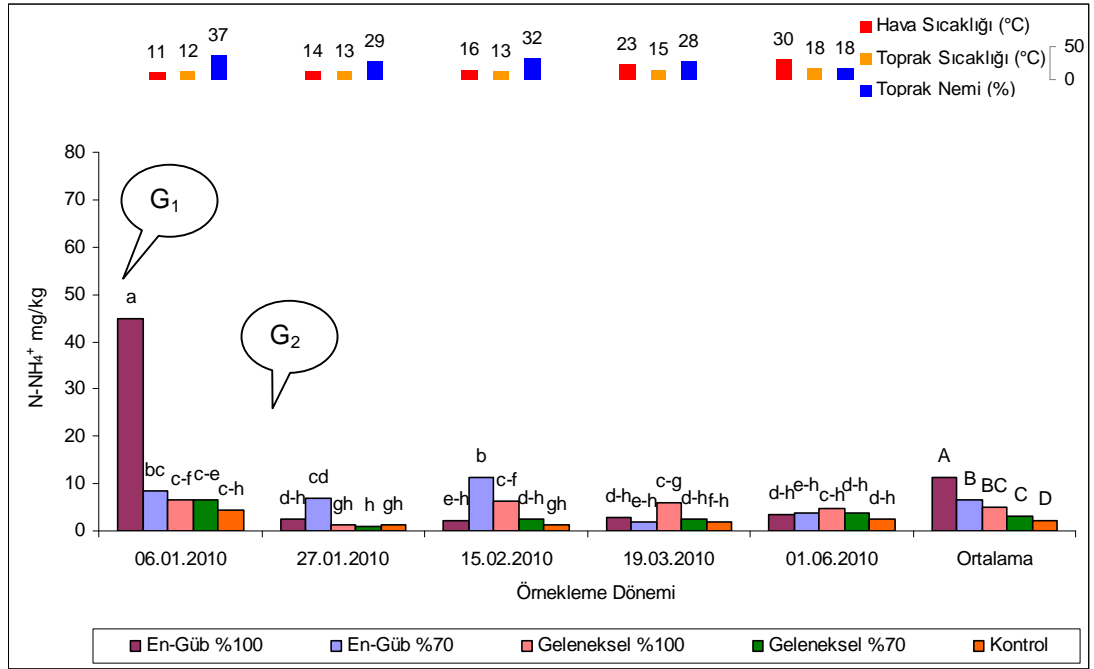
Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	10.46 a	0.62 k	4.25 d-g	2.78 e-j	4.64 c-e	4.55 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	4.78 cd	1.42 jk	2.29 h-k	2.39 g-k	4.34 c-f	3.04 B	
Geleneksel%100	Bant Yanı	2.69 fj	1.27 jk	5.05 b-d	3.30 d-i	4.51 c-f	3.36 B	
Geleneksel%70	Bant Yanı	6.64 b	1.30 j-k	6.16 bc	2.89 e-j	3.91 d-h	4.18 A	
Kontrol	Sıra Arası	4.35 c-e	1.41 jk	1.41 jk	1.87 jk	2.48 e-j	2.30 C	



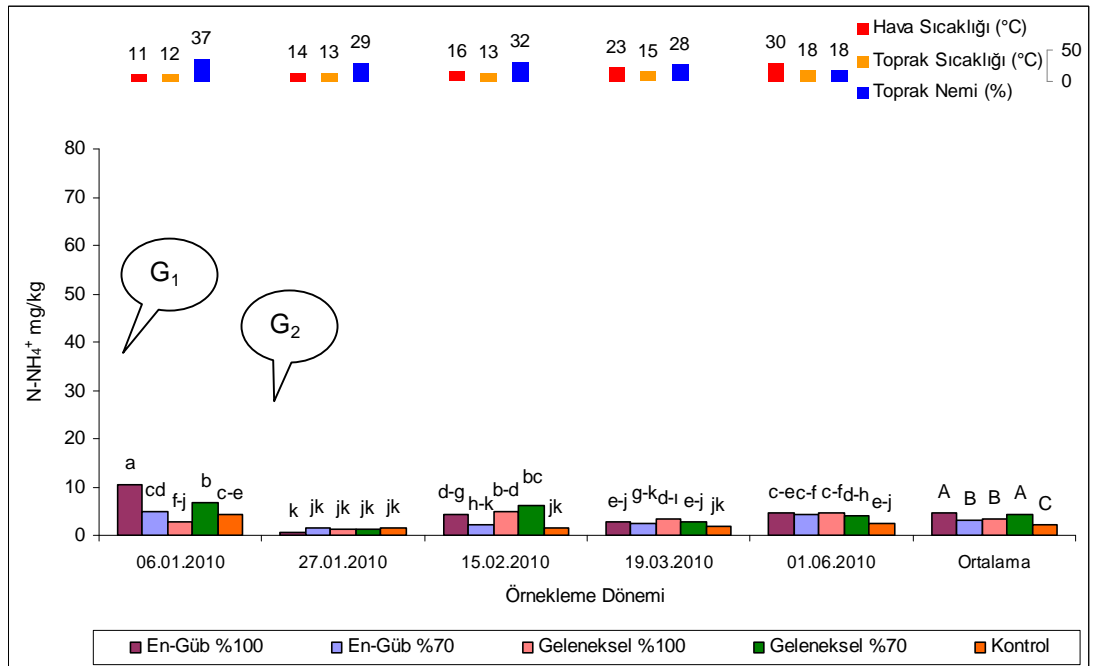
Şekil 4.7. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.8. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.9. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 20-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.10. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 20-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi

Çizelge 4.16. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

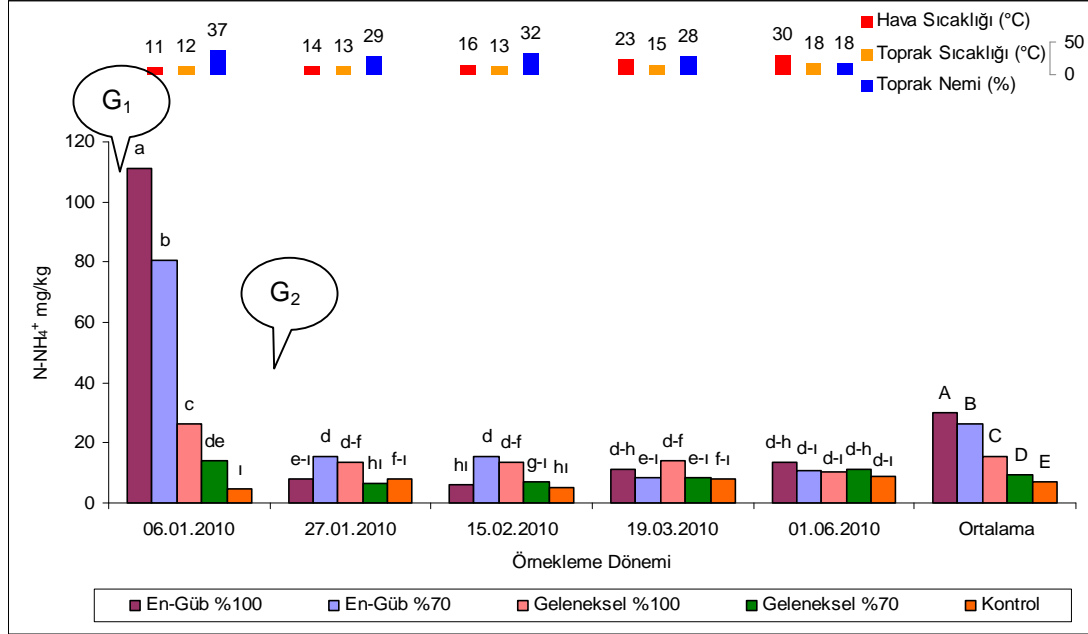
Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	110.86 a	7.92 g-j	5.88 j	11.45 e-j	13.36 d-h	29.90 A	
	Enj. Nok. Arası	30.20 c	8.75 f-j	6.57 h-j	11.50 e-j	12.50 d-i	13.90 CD	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	80.45 b	15.39 d-f	15.34 d-f	8.60 f-j	10.73 e-j	26.10 B	
	Enj. Nok. Arası	11.36 e-j	9.11 f-j	4.74 j	8.98 f-j	13.55 d-h	9.55 EF	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	26.03 c	13.64 d-h	13.58 d-h	13.93 d-g	10.43 e-j	15.52 CD	
	Bant Yanı	16.15 de	8.25 g-j	8.27 g-j	9.93 e-j	12.83 d-i	11.09 E	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	14.24 d-g	6.72 h-j	7.16 g-j	8.41 f-j	11.43 e-j	9.59 EF	
	Bant Yanı	18.73 d	7.95 g-j	8.84 f-j	9.32 e-j	13.62 d-h	11.69 DE	
Kontrol	Sıra Arası	4.75 j	7.74 g-j	5.20 j	7.80 g-j	9.07 f-j	6.91 F	

Çizelge 4.17. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon notası/bant üzerinde N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

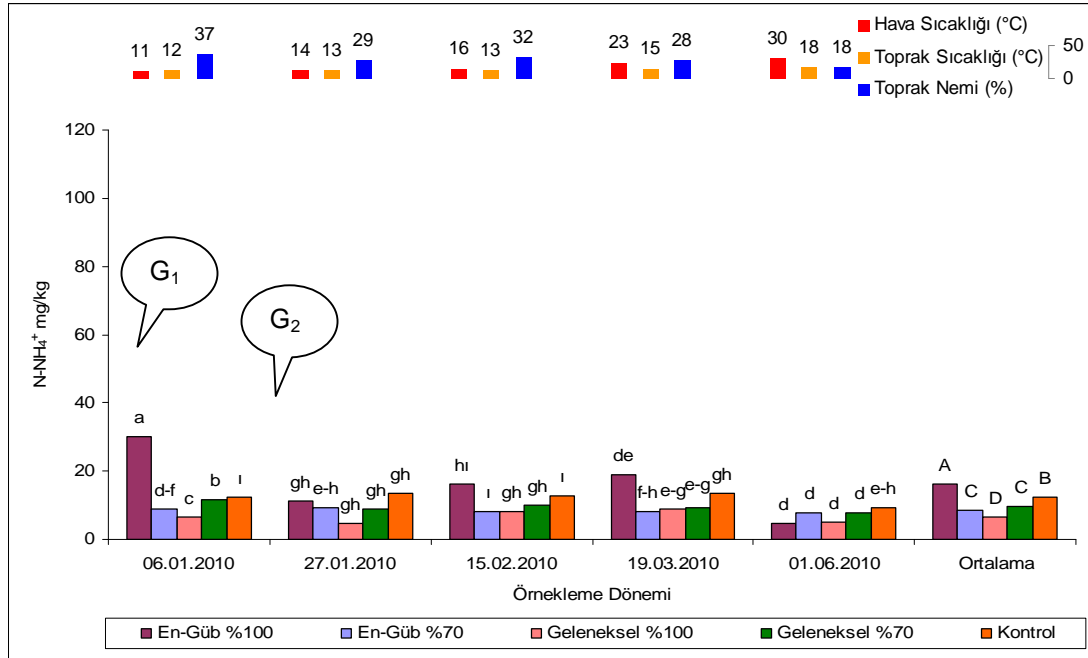
Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	110.86 a	7.92 e-i	5.88 hi	11.45 d-h	13.36 d-h	29.90 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	80.45 b	15.39 d	15.34 d	8.60 e-i	10.73 d-i	26.10 B
Geleneksel%100	Bant Üzeri	26.03 c	13.64 d-f	13.58 d-f	13.93 d-f	10.43 d-i	15.52 C
Geleneksel%70	Bant Üzeri	14.24 de	6.72 hi	7.16 g-i	8.41 e-i	11.43 d-h	9.59 D
Kontrol	Sıra Arası	4.75 i	7.74 f-i	5.20 hi	7.80 f-i	9.07 d-i	6.91 E

Çizelge 4.18. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-40 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> değerlerine (mg/kg) etkisi

Uygulamalar	Örmeleme Noktası	Örmeleme Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	30.20 a	8.75 gh	6.57 hi	11.50 de	12.50 d	13.90 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	11.36 d-f	9.11 e-h	4.74 i	8.98 f-h	13.55 d	9.55 C
Geleneksel%100	Bant Yanı	16.15 c	8.25 d-f	8.27 gh	9.93 e-g	12.83 d	11.09 D
Geleneksel%70	Bant Yanı	18.73 b	7.95 gh	8.84 gh	9.32 e-g	13.62 d	11.69 C
Kontrol	Sıra Arası	4.75 i	7.74 gh	5.20 i	7.80 gh	9.07 e-h	6.91 B



Şekil 4.11. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi



Şekil 4.12. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-40 cm derinlikte  $N-NH_4^+$  değerlerine (mg/kg) etkisi

### 4.3. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N Dozu Uygulamalarında Toprağın Karbondioksit Üretimi Üzerine Etkisi

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretimine ilişkin değerler Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelge 4.19 ortalama değerlerine göre, en yüksek CO<sub>2</sub> miktarı 14.36 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 12.97 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak Geleneksel%100 uygulamasında bant üzerinde ölçülmüştür. Enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek CO<sub>2</sub> miktarı 17.09 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak Geleneksel%70 uygulamasında bant üzerinde 01.06.2010 tarihinde yapılan son örneklemede, en düşük 11.86 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak Geleneksel%100 uygulamasında bant üzerinde 06.01.2010 tarihinde yapılan ilk örneklemede ölçülmüştür (Çizelge 4.20, Şekil 4.13). Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ise en yüksek CO<sub>2</sub> miktarı 17.21 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak 01.06.2010 tarihinde yapılan son örneklemede Geleneksel%70 uygulamasında bant yanında, en düşük 10.49 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak 27.01.2010 tarihinde yapılan ikinci örneklemede Geleneksel%100 uygulamasında bant yanında ölçülmüştür (Çizelge 4.21, Şekil 4.14). Genel ortalama değerlerine göre enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek CO<sub>2</sub> miktarı 14.36 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 13.02 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak Geleneksel%70 uygulamasında bant üzerinde tesbit edilmiştir. Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ise en yüksek CO<sub>2</sub> miktarı 13.74 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında, en düşük 13.29 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h. olarak kontrol parselinde sıra arasında tesbit edilmiştir. CO<sub>2</sub> değerleri her iki örnekleme noktasında da örnekleme dönemi içerisinde belirgin değişiklik göstermemiştir (Şekil 4.13).

#### 4.4. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N Dozu Uygulamalarında Toprağın Dehidrogenaz Enzimi Aktivitesi Üzerine Etkisi

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte dehidrogenaz enzimi aktivitesine (DHA) ilişkin değerler Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelge 4.22 ortalama değerlerine göre, en yüksek DHA değeri 303.5 µg TPF/10 gkt olarak En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en düşük 216.2 µg TPF/10 gkt olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Çizelge 4.23 değerlerine göre enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek DHA değeri 01.06.2010 tarihinde yapılan beşinci örneklemede 321.0 µg TPF/10 gkt olarak Geleneksel %100 uygulamasında bant üzerinde belirlenmiştir. En düşük DHA değeri, ilk örnekleme tarihi olan 06.01.2010 tarihinde 137.4 µg TPF/10 gkt olarak kontrol parsellerinde sıra arasında ölçülmüştür. Çizelge 4.24 değerlerine göre enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ise en yüksek DHA değeri 314.8 µg TPF/10 gkt olarak 15.02.2010 tarihinde yapılan üçüncü örneklemede En-Güb%100 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında ölçülmüştür. Genel ortalama sonuçlarına göre, enjeksiyon noktası/bant üzerinde en yüksek DHA değerinin 303.5 µg TPF/10 gkt olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında (Şekil 4.15), enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ise 272.6 µg TPF/10 gkt olarak Geleneksel %70 uygulamasında bant yanında tesbit edilmiştir (Şekil 4.16). En düşük DHA değeri 216.2 µg TPF/10 gkt olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir. Gübre uygulamış olan enjeksiyon noktası/bant üzerinde DHA değerleri, gübre uygulanmayan enjeksiyon noktaları arası/bant yanında ölçülen değerlere göre yüksek bulunmuştur. DHA değerleri genel olarak her iki örnekleme noktasında da 06.01.2010 tarihinde yapılan ilk örnekleme sonrasında hava sıcaklığının da artmasıyla beraber artış göstermiştir.

#### **4.5. Enjeksiyon Gübreleme Yönteminin Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Farklı N Dozu Uygulamalarında Toprağın pH Değeri Üzerine Etkisi**

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte toprak pH'sına ilişkin değerler Çizelge 4.25'de verilmiştir. Çizelge 4.25 ortalama değerlerine göre, en düşük pH değeri 7.71 olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında belirlenmiş, diğer uygulamalar arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Enjeksiyon noktası/bant üzerinde en düşük pH değeri 7.66 olarak 15.02.2010 tarihinde yapılan son örneklemede olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında, en yüksek 15.02.2010 tarihinde yapılan üçüncü örneklemede 7,88 olarak kontrol parsellerinde sıra arasında tesbit edilmiştir (Çizelge 4.26, Şekil 4.17). Enjeksiyon noktaları arası/bant yanında en düşük pH değeri 7.73 olarak 01.06.2010 tarihinde yapılan son örneklemede olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktaları arasında, en yüksek 7.98 olarak Geleneksel%70 uygulamasında bant yanında tesbit edilmiştir (Çizelge 4.27, Şekil 4.18). Genel ortalama değerlerine göre, enjeksiyon noktası/bant üzerinde en düşük pH değeri 7.71 olarak En-Güb%70 uygulamasında enjeksiyon noktasında tesbit edilmiş olup, diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.19. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte CO<sub>2</sub> değerlerine (mg CO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h.) etkisi

Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi							Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010			
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	16.77 ab	13.37 c	12.95 de	12.85 de	15.88 b			14.36 A
	Enj. Nok. Arası	14.02 c	12.90 d	14.10 a-c	13.33 c	14.04 a-c			13.68 AB
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	12.69 de	14.59 a-c	14.92 a-c	12.50 e	14.18 a-c			13.78 AB
	Enj. Nok. Arası	11.39	12.42 c-e	15.65 b	13.29 c	15.95 b			13.74 AB
Geleneksel%100	Bant Üzeri	11.86 df	11.94 df	12.90 d	12.30 d-f	15.86 b			12.97 C
	Bant Yanı	11.61 f	10.49 f	13.80 c	12.58 ef	16.93 ab			13.08 B
Geleneksel%70	Bant Üzeri	13.02 b-d	13.76 c	16.67 ab	12.81 d	17.09 a			13.02 C
	Bant Yanı	12.39 c	12.47 ef	17.18 a	13.21 c	17.21 a			13.23 B
Kontrol	Sıra Arası	12.44 ef	13.96 c	13.06 cd	13.07 cd	13.93 c			13.29 B

Çizelge 4.20. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde CO<sub>2</sub> değerlerine (mg CO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h.) etkisi

Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	16.77 ab	13.37 d-f	12.95 d-f	12.85 d-f	15.88 a-c	14.36 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	12.69 d-f	14.59 b-e	14.92 a-d	12.50 d-f	14.18 c-f	13.78 AB
Geleneksel%100	Bant Üzeri	11.86 f	11.94 f	12.90 d-f	12.30 ef	15.86 a-c	12.97 B
Geleneksel%70	Bant Üzeri	13.02 d-f	13.76 c-f	16.67 ab	12.81 ef	17.09 a	13.02 B
Kontrol	Sıra Arası	12.44 d-f	13.96 c-f	13.06 d-f	13.07 d-f	13.93 c-f	13.29 B

Çizelge 4.21. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında CO<sub>2</sub> değerlerine (mg CO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h.) etkisi

Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	14.02 b-d	12.90 d-f	14.10 b-d	13.33 c-e	14.04 b-d	13.68 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	11.39 ef	12.42 d-f	15.65 a-c	13.29 c-e	15.95 ab	13.74 A
Geleneksel%100	Bant Yanı	11.61 d-f	10.49 f	13.80 b-e	12.58 d-f	16.93 a	13.08 A
Geleneksel%70	Bant Yanı	12.39 d-f	12.47 d-f	17.18 a	13.21 c-e	17.21 a	13.23 A
Kontrol	Sıra Arası	12.44 d-f	13.96 d	13.06 de	13.07 d-f	13.93 b-d	13.29 A

Çizelge 4.22. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte DHA değerlerine ( $\mu\text{g TPF}/10 \text{ gt}$ ) etkisi

Uygulamalar	Örnekleme Noktası	Örnekleme Dönemi							Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010			
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	239.2 h-m	236.3 h-n	289.4 f-h	267.2 g-i	260.3 g-i			258.5 B
	Enj. Nok. Arası	168.6 no	214.5 j-n	314.8 e-g	325.1 ab	313.3 e-g			267.3 B
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	290.8 f-h	268.7 g-i	279.9 g-k	330.9 a	247.2 g-i			303.5 A
	Enj. Nok. Arası	175.2 m-o	282.8 g-k	283.5 g-k	287.8 f-h	261.7 g-i			258.2 B
Geleneksel%100	Bant Üzeri	211.6 k-n	267.5 g-i	266.8 g-i	270.6 g-i	321.0 b			279.5 AB
	Bant Yanı	177.4 m-o	240.6 h-m	287.2 g-i	275.0 g-j	301.7 e-h			256.4 B
Geleneksel%70	Bant Üzeri	285.7 g-j	248.6 g-i	277.0 g-k	319.2 d-g	261.7 g-i			278.5 AB
	Bant Yanı	285.0 g-j	217.4 i-n	285.7 g-j	295.9 f-h	279.2 g-k			272.6 B
Kontrol	Sıra Arası	137.4 o	215.9 i-n	255.7 g-i	273.4 g-k	198.5 l-o			216.2 C

Çizelge 4.23. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde DHA değerlerine ( $\mu\text{g TPF}/10 \text{ gt}$ ) etkisi

Uygulamalar	Örnekleme Noktası	Örnekleme Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	239.2 d-f	236.3 d-f	289.4 b-e	267.2 b-f	260.3 b-f	258.5 B
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	290.9 b-d	268.7 a-c	279.9 b-e	330.9 ab	247.2 c-f	303.5 A
Geleneksel%100	Bant Üzeri	211.6 ef	267.6 b-f	266.9 b-f	270.6 b-f	321.0 a	279.5 AB
Geleneksel%70	Bant Üzeri	285.8 b-e	248.7 c-f	277.0 b-e	319.2 a-c	261.8 b-f	278.5 AB
Kontrol	Sıra Arası	137.4 g	216.0 d-f	255.7 b-f	273.4 b-f	198.5 fg	216.2 C

Çizelge 4.24. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında DHA değerlerine ( $\mu\text{g TPF}/10 \text{ gt}$ ) etkisi

Uygulamalar	Örnekleme Noktası	Örnekleme Dönemi					Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010	
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	168.7 e-f	214.5 c-e	314.8 a	325.1 a	313.4 ab	267.3 A
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	175.2 d-f	282.9 a-c	283.6 a-c	287.8 a-c	261.8 a-c	258.2 A
Geleneksel%100	Bant Yanı	177.4 d-f	240.7 b-d	287.2 a-c	275.0 a-c	301.8 ab	256.4 A
Geleneksel%70	Bant Yanı	285.0 a-c	217.4 c-e	285.8 a-c	295.9 ab	279.2 a-c	272.6 A
Kontrol	Sıra Arası	137.4 f	216.0 c-e	255.7 a-c	273.4 a-c	198.5 bc	216.2 B

Çizelge 4.25. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırılması olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte pH değerlerine etkisi

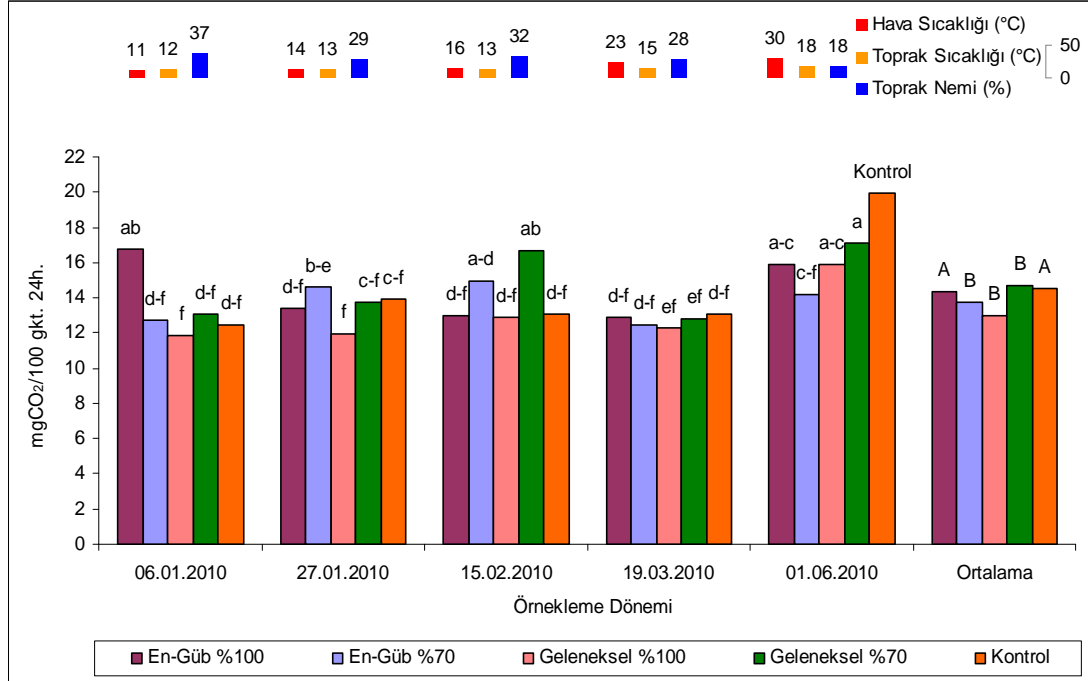
Uygulamalar	Örnekleme Noktası	Örnekleme Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	7.85 bc	7.81 b-e	7.83 b-d	7.83 b-d	7.80 b-e	7.82 AB	
	Enj. Nok. Arası	7.79 c-e	7.86 bc	7.76 c-f	7.83 b-d	7.81 b-e	7.81 AB	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	7.70 ef	7.72 d-f	7.66 f	7.78 c-e	7.69 g-f	7.71 C	
	Enj. Nok. Arası	7.77 c-f	7.78 c-e	7.78 c-e	7.85 bc	7.73 d-f	7.78 B	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	7.83 b-e	7.81 b-e	7.82 b-e	7.85 bc	7.80 b-e	7.82 AB	
	Bant Yanı	7.82 b-e	7.85 bc	7.88 a-c	7.93 ab	7.75 c-f	7.85 A	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	7.76 c-f	7.78 c-e	7.86 a-c	7.82 b-e	7.80 b-e	7.80 AB	
	Bant Yanı	7.87 a-c	7.98 a	7.78 c-e	7.84 b-d	7.80 b-e	7.85 A	
Kontrol	Sıra Arası	7.83 b-e	7.83 b-e	7.88 a-c	7.86 a-c	7.72 d-f	7.82 AB	

Çizelge 4.26. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktası/bant üzerinde pH değerlerine etkisi

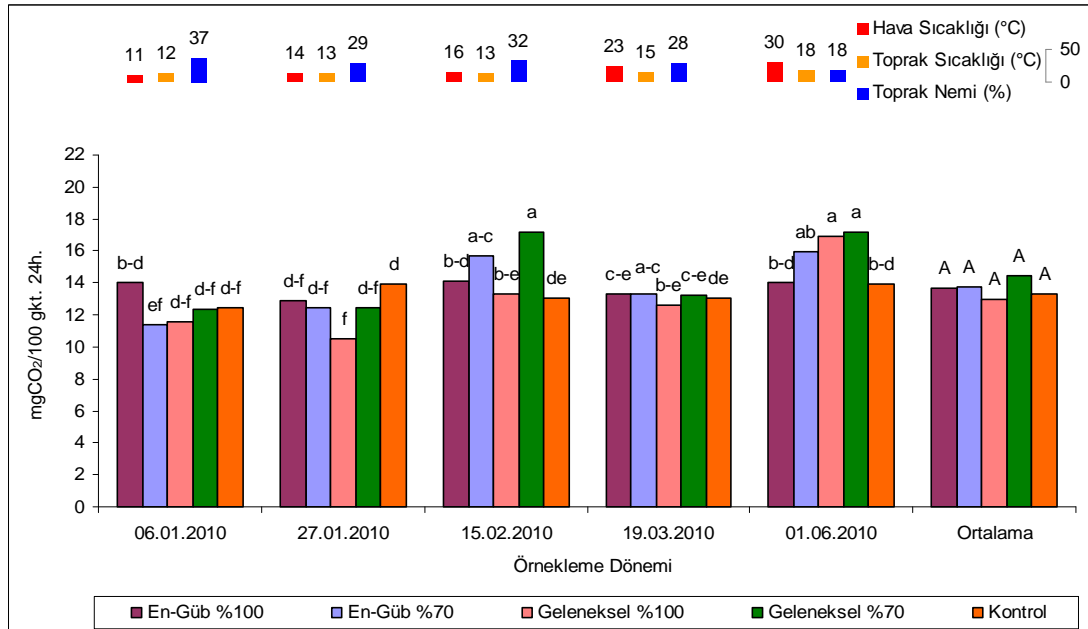
Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Üzeri	7.85 a-c	7.81 a-d	7.83 a-d	7.83 a-d	7.80 a-d	7.82 A	
En-Güb%70	Enj. Nok. Üzeri	7.70 de	7.72 c-e	7.66 e	7.78 a-e	7.69 de	7.71 B	
Geleneksel%100	Bant Üzeri	7.83 a-d	7.81 a-d	7.82 a-d	7.85 a-c	7.80 a-d	7.82 A	
Geleneksel%70	Bant Üzeri	7.76 a-e	7.78 a-e	7.86 a-c	7.82 a-d	7.80 a-d	7.80 A	
Kontrol	Sıra Arası	7.83 a-d	7.83 a-d	7.88 a	7.86 ab	7.72 b-e	7.82 A	

Çizelge 4.27. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında 0-20 cm derinlikte enjeksiyon noktaları arası/bant yanında pH değerlerine etkisi

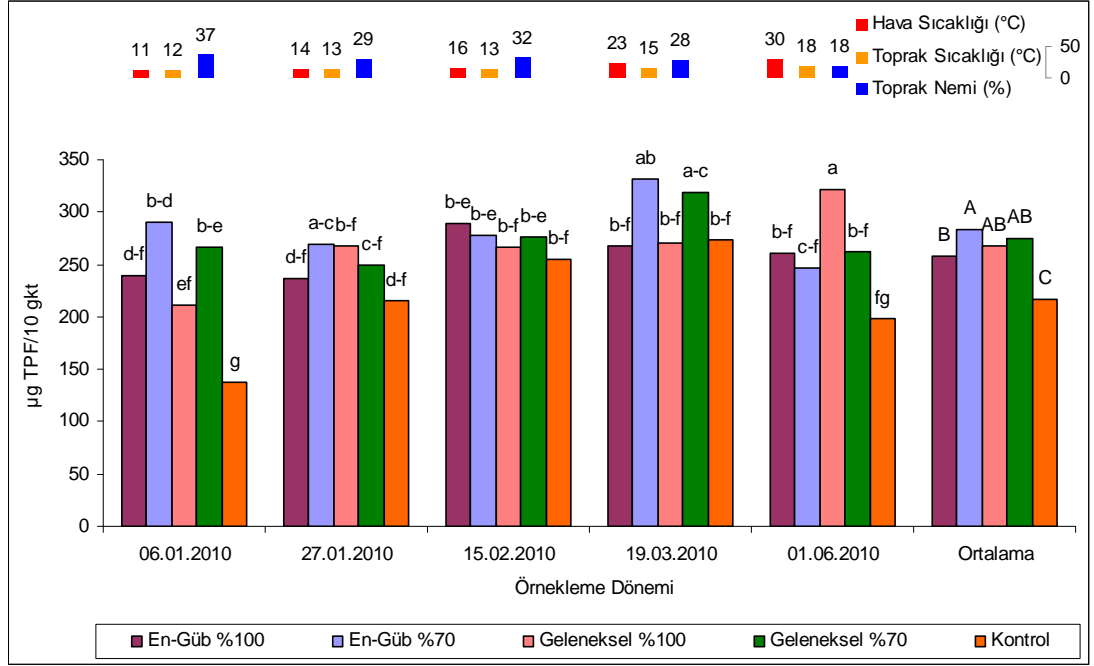
Uygulamalar	Örneklem Noktası	Örneklem Dönemi						Ortalama
		06.01.2010	27.01.2010	15.02.2010	19.03.2010	01.06.2010		
En-Güb%100	Enj. Nok. Arası	7.79 d-i	7.86 b-e	7.76 g-i	7.83 c-h	7.81 c-h	7.81 BC	
En-Güb%70	Enj. Nok. Arası	7.77 f-i	7.78 e-i	7.78 e-i	7.85 b-f	7.73 i	7.78 C	
Geleneksel%100	Bant Yanı	7.82 c-h	7.85 b-g	7.88 b-d	7.93 ab	7.75 hı	7.85 AB	
Geleneksel%70	Bant Yanı	7.87 b-d	7.98 a	7.78 e-i	7.84 c-g	7.80 c-e	7.85 A	
Kontrol	Sıra Arası	7.83 c-h	7.83 c-h	7.88 bc	7.86 b-e	7.72 i	7.82 AB	



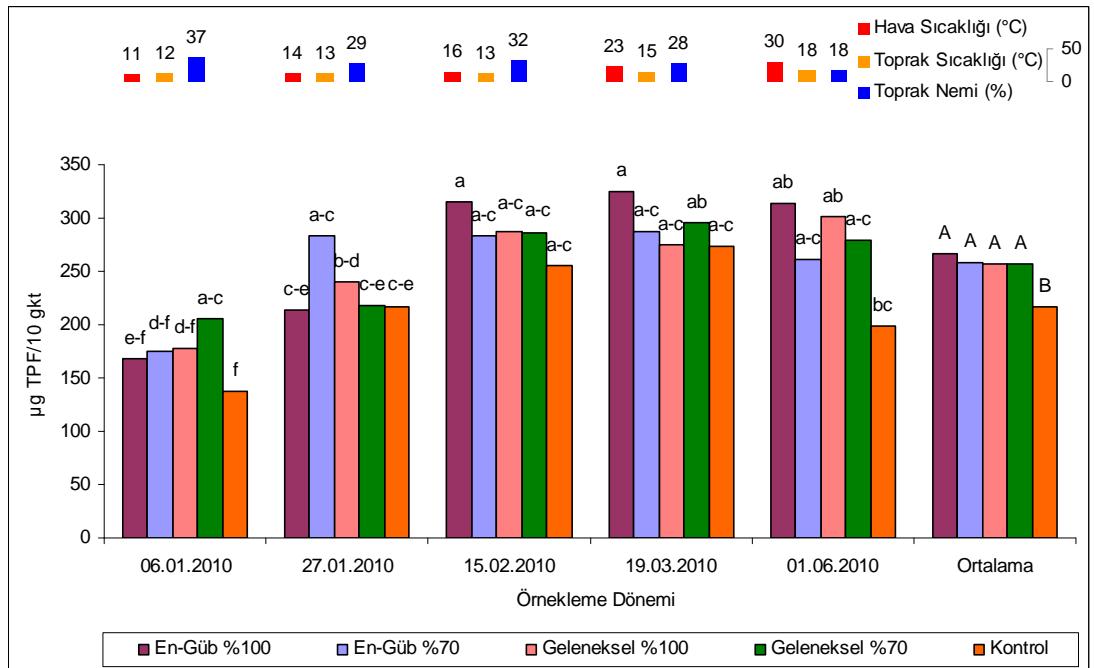
Şekil 4.13. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte CO<sub>2</sub> değerlerine (mgCO<sub>2</sub>/100 gkt. 24h.) etkisi



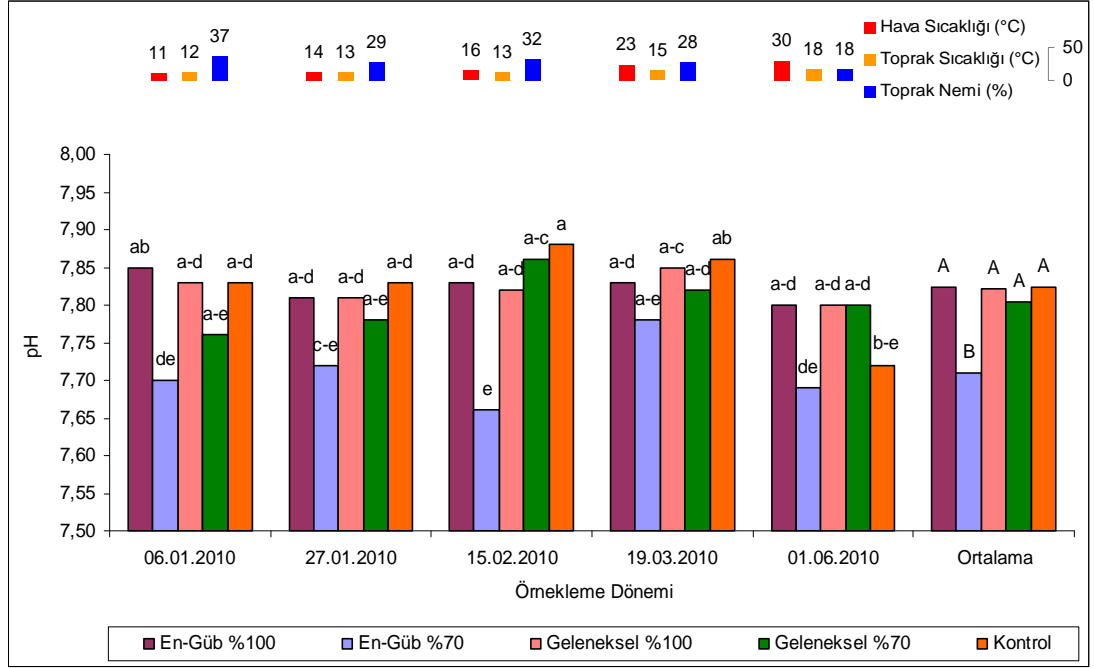
Şekil 4.14. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte CO<sub>2</sub> değerlerine (mgCO<sub>2</sub>/100 gkt. 24h.) etkisi



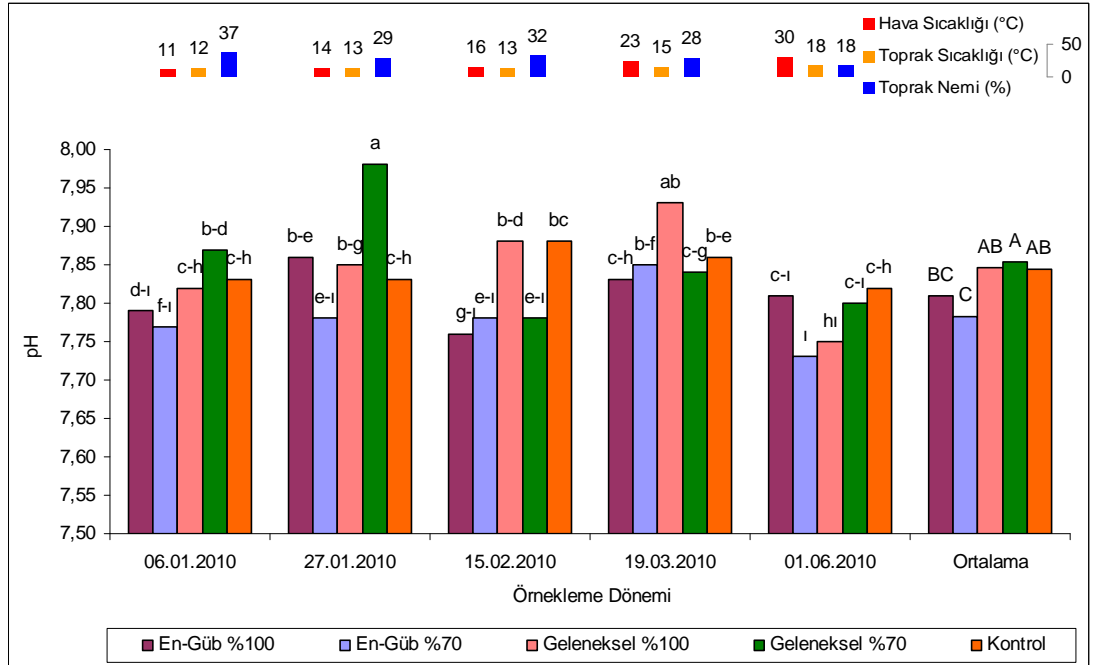
Şekil 4.15. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte DHA değerlerine ( $\mu\text{g TPF}/10 \text{ gkt.}$ ) etkisi



Şekil 4.16. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte DHA değerlerine ( $\mu\text{g TPF}/10 \text{ gkt.}$ ) etkisi



Şekil 4.17. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktası/bant üzerinde 0-20 cm derinlikte pH değerlerine etkisi



Şekil 4.18. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday vegetasyonu altında enjeksiyon noktaları arası/bant yanında 0-20 cm derinlikte pH değerlerine etkisi

#### **4.6. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N Dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Dane Verimi (kg/da), Kök Üstü Biyomas Verimi (kg/da), Birim Alanda Başak Sayısı (adet), Başaktaki Dane Sayısı (adet) ve Bin Dane Ağırlığı (g) üzerine Etkisi**

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde dane verimi (kg/da), kök üstü biyomas verimi (kg/da), birim alanda başak sayısı (adet), başaktaki dane sayısı (adet) ve bin dane ağırlığına (g) ilişkin değerler Çizelge 4.28’da verilmiştir.

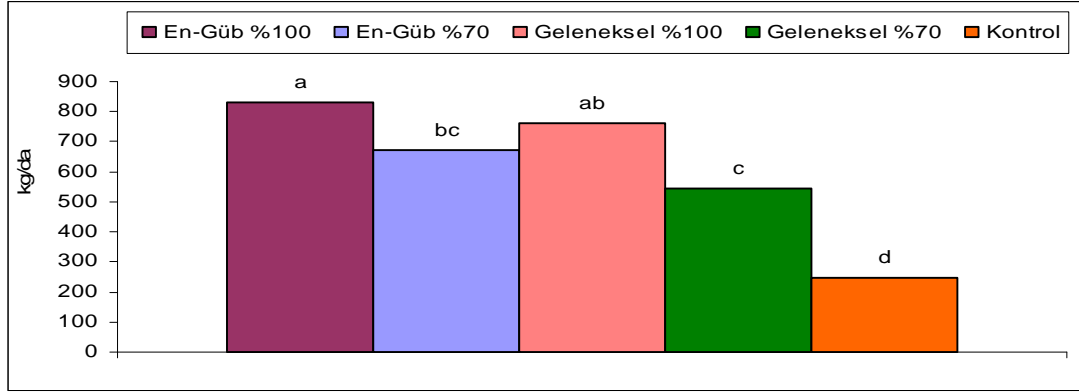
Dane verimi en yüksek 832 kg/da olarak En-Güb%100 uygulamasında, en düşük 247 kg/da olarak kontrol parsellerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.19). Kontrol parselleri hariç uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamasına karşın enjeksiyon gübreleme ve geleneksel gübrelemenin farklı azot dozu uygulamalarında belirlenen dane verimleri önemli bulunmuştur. Her iki gübreleme yönteminin %70 azot dozu uygulamalarında %100 azot dozu uygulamalarına oranla daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim Kozlovsky ve ark. (2009) Çek Cumhuriyeti’nde farklı azot dozu uygulamalarının kışlık buğday bitkisinde verim üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada hem enjeksiyon gübreleme hem de geleneksel gübreleme yöntemlerinin %100 azot dozu uygulamalarında daha düşük miktarlarda uygulanan azot dozlarına oranla yüksek verim elde edildiğini bildirmişlerdir.

Biyomas verimi ise 558 kg/da olarak yine en yüksek En-Güb%100 uygulamasında, en düşük 309 kg/da olarak kontrol parsellerinde tesbit edilmiştir (Şekil 4.20). Birim alanda başak sayısı en yüksek En-Güb%100 uygulamasında, en düşük kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Başaktaki dane sayısı ve bin dane ağırlığı en düşük kontrol uygulamasında olduğu belirlenmiş, diğer uygulamalar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.

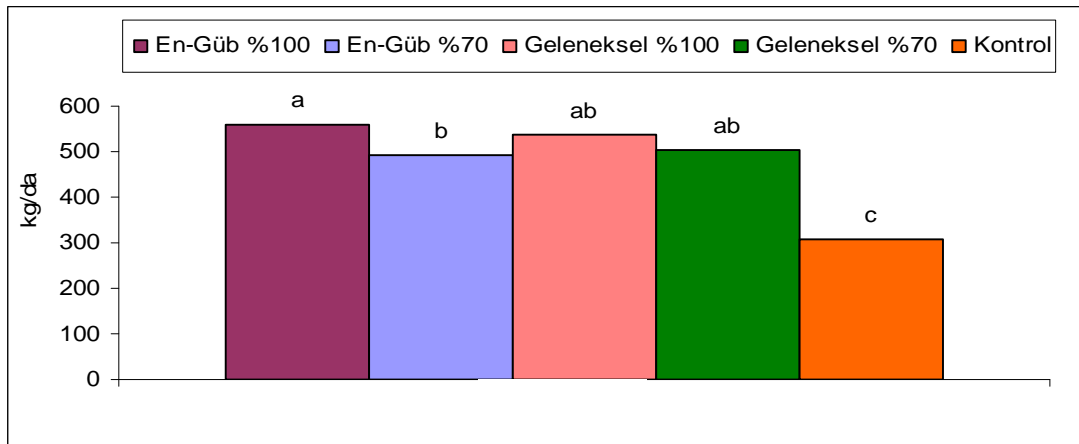
Çizelge 4.28. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde dane verimi (kg/da), kök üstü biyomas verimi (kg/da), birim alanda başak sayısı (adet), başaktaki dane sayısı (adet) ve bin dane ağırlığı (g) değerlerine etkisi\*

Uygulamalar	Verim (kg/da)	Biyomas (kg/da)	Başak/m <sup>2</sup> (Adet)	Dane/Başak (Adet)	Bin dane ağırlığı (g)
En-Güb %100	832 a	558 a	382 a	51 a	42 a
En-Güb %70	674 bc	493 b	335 c	46 a	44 a
Geleneksel %100	763 ab	536 ab	361 b	50 a	42 a
Geleneksel %70	543 c	505 ab	321 d	46 a	46 a
Kontrol	247 d	309 c	225 e	30 b	37 b

\*Uygulamalara bağlı her element içeriği kendi içerisinde istatistiki analize tabii tutulmuştur.



Şekil 4.19. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde dane verimine (kg/da) etkisi



Şekil 4.20. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü biyomas verimine (kg/da) etkisi

#### **4.7. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N Dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Kök Üstü Aksamda Bitki Besin Elementleri İçeriklerine Etkisi**

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda bitki besin elementleri içeriklerine etkisi ilişkin değerler Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11 ve Şekil 4.21 incelendiğinde en yüksek azot (N) içeriği %0.85 olarak Geleneksel%100 uygulamasında olduğu görülmektedir. En düşük N içeriği ise %0.42 olarak kontrol parsellerinde belirlenmiştir. N alım etkinliğinin Geleneksel%100 uygulamasında diğer uygulamalara göre daha fazla olduğu tesbit edilmiştir. Fosfor (P) içeriği en yüksek %0.31 olarak En-Güb%100 uygulamasında belirlenmiş, en düşük %0.20 olarak kontrol parsellerinde tesbit edilmiştir (Şekil 4.22). En-Güb%100 uygulaması ile en etkin fosfor alımı gerçekleşmiştir.

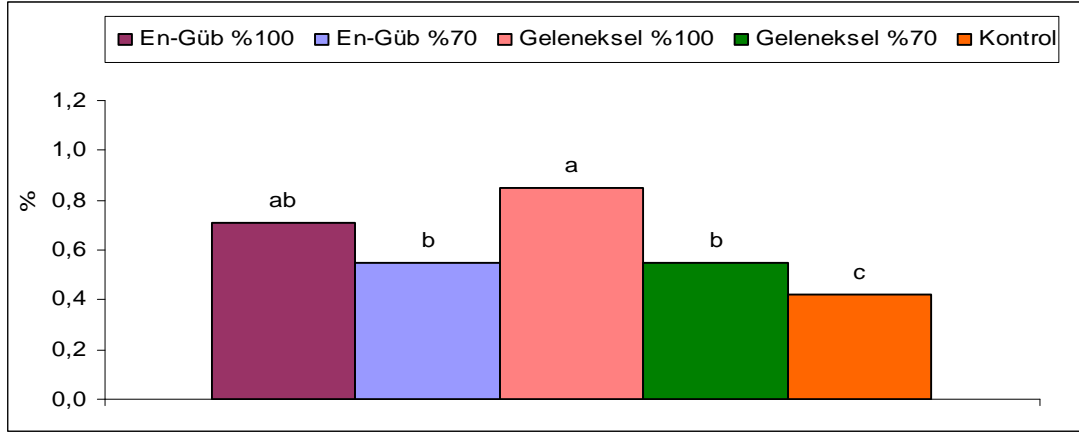
Çizelge 4.29 ve Şekil 4.23 incelendiğinde, kök üstü aksamda demir (Fe) içeriğinin en yüksek 12.90 mg/kg olarak Geleneksel %100 uygulamasında, en düşük 8,18 mg/kg olarak kontrol parsellerinde olduğu görülmektedir. Çinko (Zn) içeriğinin en yüksek 36.65 mg/kg olarak En-Güb%100 uygulamasında, en düşük 30.65 mg/kg olarak kontrol parsellerinde; mangan (Mn) içeriğinin 39.03 mg/kg olarak Geleneksel%70 uygulamasında, en düşük 33.38 mg/kg olarak Geleneksel%100 uygulamasında; bakır (Cu) içeriğinin ise 9.15 mg/kg olarak En-Güb%70 uygulamasında, en düşük 5.73 mg/kg olarak kontrol parsellerinde olduğu görülmektedir.

Kök üstü aksam tarafından mikroelement alım etkinliği değerlendirildiğinde diğer uygulamalara ve kontrole göre Fe alımı Geleneksel%100 uygulamasında, Zn alımı En-Güb%100 uygulamasında, Mn alımı Geleneksel%70 uygulamasında ve Cu alımı En-Güb%70 uygulamasında daha yüksek bulunmuştur.

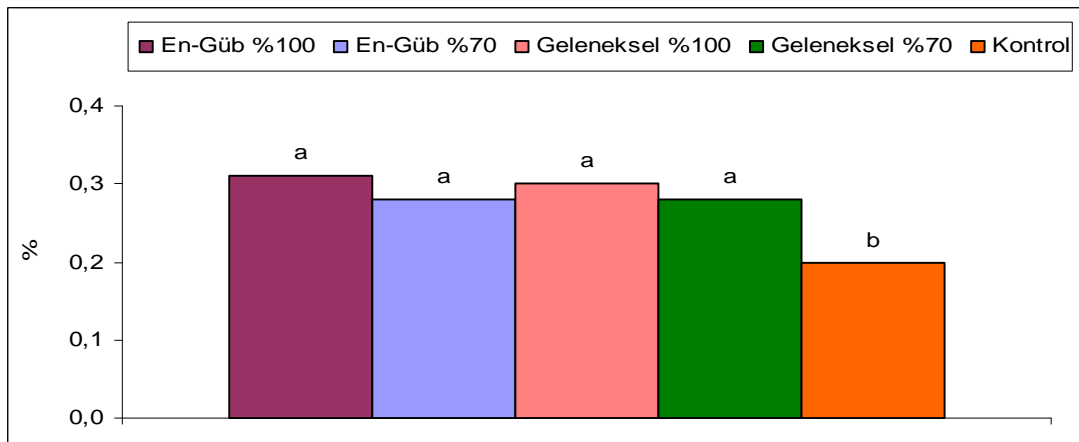
Çizelge 4.29. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda N, P (%) ve Fe, Zn, Mn ve Cu (mg/kg) değerlerine etkisi\*

Uygulamalar	N	P	Fe	Zn	Mn	Cu
	(%)		(mg/kg)			
En-Güb %100	0.71 ab	0.31 a	12.60 a	36.65 a	36.75 b	8.40 b
En-Güb %70	0.55 b	0.28 a	11.08 b	34.88 b	35.75 b	9.15 a
Geleneksel %100	0.85 a	0.30 a	12.90 a	36.13 a	33.38 c	6.63 c
Geleneksel %70	0.55 b	0.28 a	11.33 b	32.28 c	39.03 a	6.28 a
Kontrol	0.42 c	0.20 b	8.18 c	30.65 d	38.28 a	5.73 d

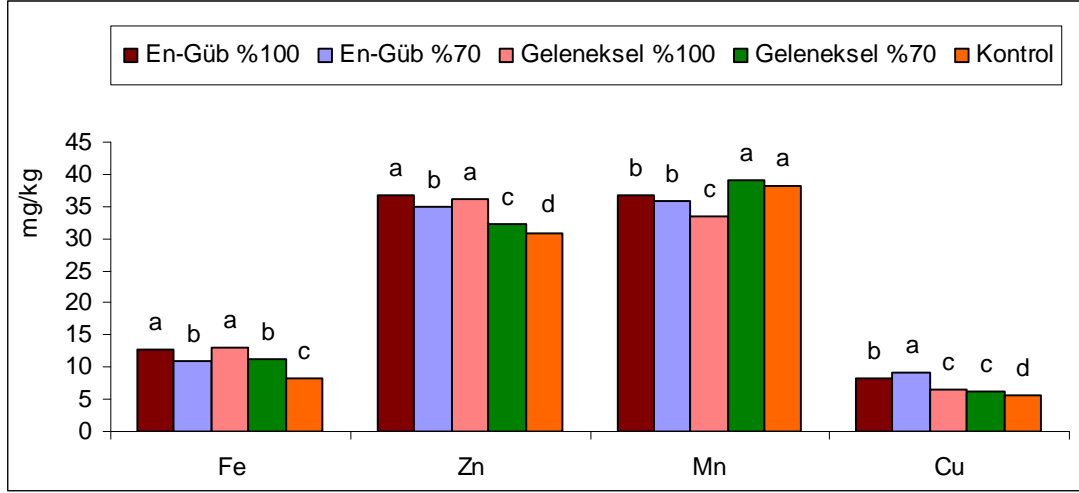
\*Uygulamalara bağlı her element içeriği kendi içerisinde istatistiki analize tabii tutulmuştur.



Şekil 4.21. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda N değerlerine (%) etkisi



Şekil 4.22. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda P değerlerine (%) etkisi



Şekil 4.23. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda Fe, Zn, Mn ve Cu değerlerine (mg/kg) etkisi

#### 4.8. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N Dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Danede Bitki Besin Elementleri İçeriklerine Etkisi

Farklı gübre uygulama yöntemlerinin buğday bitkisinde danede (N) içeriğine ilişkin Çizelge 4.12 ve Şekil 4.24'de verilmiştir. Çizelge 4.12 ve Şekil 4.24 incelendiğinde, danede en yüksek N içeriği %2,03 olarak En-Güb%100 uygulamasında, en düşük N içeriği %1.80 olarak En-Güb%70 uygulamasında olduğu görülmektedir. N alımı en etkin En- Güb%70 uygulamasında diğer uygulamalara göre daha fazla olduğu tesbit edilmiştir. Fosfor (P) içeriği ise en yüksek %0.34 olarak kontrol parsellerinde belirlenmiş, en düşük fosfor içeriği %0.29 olarak Geleneksel%70 uygulamasında tesbit edilmiştir (Şekil 4.25).

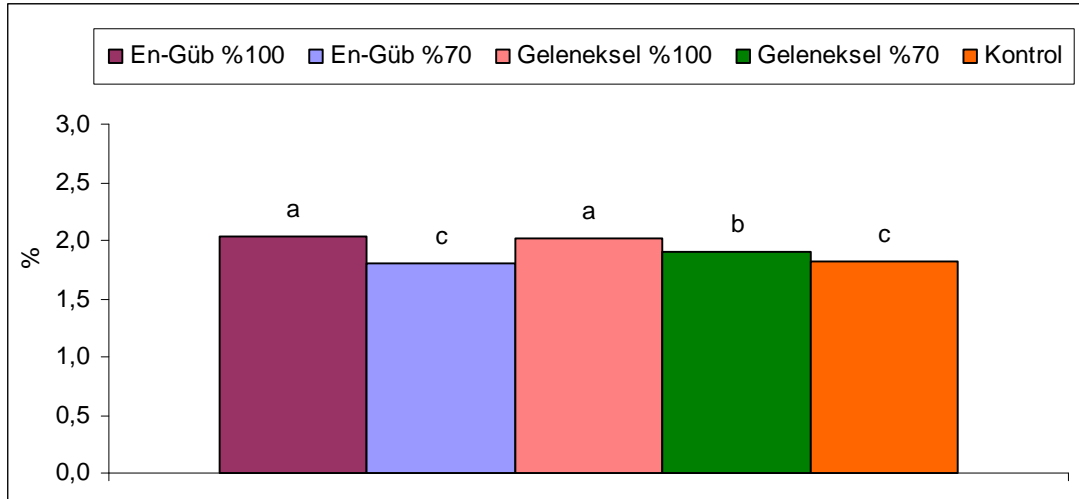
Çizelge 4.30 ve Şekil 4.26 incelendiğinde, kök üstü aksamda demir (Fe) içerikleri açısından uygulamalar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Çinko (Zn) içeriğinin en yüksek 28.04 mg/kg olarak En-Güb%70 uygulamasında, en düşük 25.05 mg/kg olarak kontrol parsellerinde; mangan (Mn) içeriğinin 35.56 mg/kg olarak Geleneksel%100 uygulamasında, en düşük 32.87 mg/kg olarak En-Güb%100 uygulamasında; bakır (Cu) içeriğinin ise en yüksek 5.51 mg/kg olarak kontrol

parsellerinde, en düşük 3.26 mg/kg olarak Geleneksel%100 uygulamasında olduğu görülmektedir. Genel olarak besin elementi alımının enjeksiyon uygulamalarda geleneksel uygulamalara göre daha etkin olduğu görülmektedir. Ayrıca mikroelement alımının enjeksiyon uygulamanın %70 N dozunda %100 N dozuna oranla daha etkin olduğu tesbit edilmiştir.

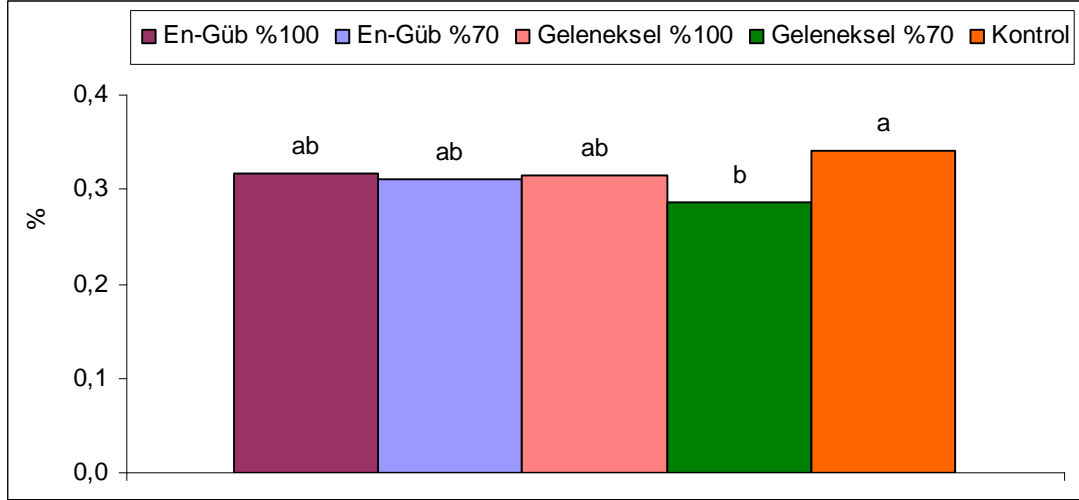
Çizelge 4.30. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede N, P (%) ve Fe, Zn, Mn ve Cu (mg/kg) değerlerine etkisi\*

Uygulamalar	N	P	Fe	Zn	Mn	Cu
	(%)		(mg/kg)			
En-Güb %100	2.03 a	0.32 ab	39.91 a	27.33 ab	32.87 ab	4.11 b
En-Güb %70	1.80 c	0.31 ab	41.13 a	28.04 a	33.31 ab	4.34 b
Geleneksel %100	2.02 a	0.31 ab	37.65 a	25.87 b	35.56 a	3.26 c
Geleneksel %70	1.90 b	0.29 b	40.75 a	27.28 ab	31.45 b	4.30 b
Kontrol	1.82 c	0.34 a	37.10 a	25.85 b	35.50 ab	5.51 a

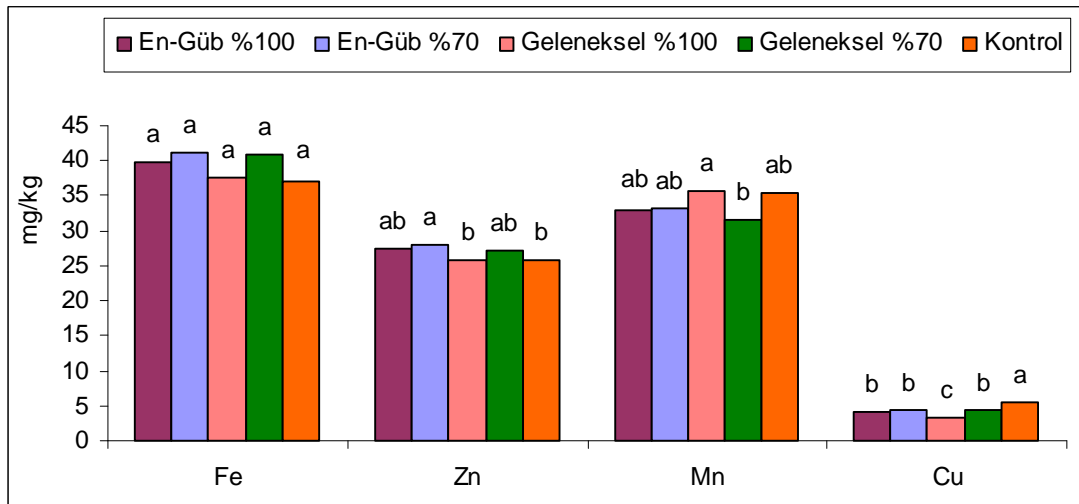
\*Uygulamalara bağlı her parametre kendi içerisinde istatistiki analize tabii tutulmuştur.



Şekil 4.24. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede N değerlerine (%) etkisi



Şekil 4.25. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede P değerlerine (%) etkisi



Şekil 4.26. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde danede Fe, Zn, Mn ve Cu değerlerine (mg/kg) etkisi

#### **4.9. Enjeksiyon Yöntemi ile Farklı N Dozu Uygulamalarının Geleneksel Gübreleme ile Karşılaştırmalı Olarak Buğday Bitkisinde Kök Üstü Aksam ve Dane ile Kaldırılan Azot Miktarına Etkisi**

Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksam ve dane ile kaldırılan N değerleri Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksam tarafından en fazla 4.6 kg/da N olarak Geleneksel%100 uygulaması ile kaldırılmıştır. Geleneksel%100 uygulamasını 3.9 kg/da N olarak En-Güb%100 uygulaması izlemiştir. Enjeksiyon gübreleme ve geleneksel gübreleme yöntemlerinin %70 N dozu uygulamaları ile kök üstü aksamda kaldırılan N miktarları birbirlerine çok yakın olup, istatistiksel olarak aynı grupta değerlendirilmiştir. Kök üstü aksam tarafından en az N 2.8 kg/da olarak kontrol parsellerinden kaldırıldığı belirlenmiştir.

Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde dane tarafından N en fazla 16.9 kg/da olarak En-Güb%100 uygulaması ile, en düşük 4.5 kg/da olarak kontrol parsellerinden kaldırıldığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak En-Güb%100 ve Geleneksel%100 uygulamalarında kaldırılan N miktarları önemli bulunmuş, danede en etkin N alımının En-Güb%100 uygulaması ile gerçekleştiği tesbit edilmiştir.

Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N-dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kaldırılan toplam N değerleri incelendiğinde N alımının diğer uygulamalara ve kontrole oranla En-Güb%100 uygulamasında daha etkin olduğu görülmektedir. Enjeksiyon uygulamaların ve geleneksel uygulamaların %100 ve %70 N dozlarına ait değerler kendi içerilerinde birbirleri ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.31. Enjeksiyon gübreleme yönteminin farklı N dozu uygulamalarında geleneksel gübreleme yöntemi ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksam tarafından, dane tarafından ve toplam olarak (kök hariç) kaldırılan azot miktarına etkisi\*

Uygulamalar	Kök üstü aksamda (dane hariç) azot (kg/da)	Danede azot (kg/da)	Toplam azot (kg/da)
En-Güb %100	3.9 ab	16.9 a	20.9 a
En-Güb %70	2.7 b	12.1 b	14.9 b
Geleneksel %100	4.6 a	15.4 a	20.0 a
Geleneksel %70	2.8 b	10.3 b	13.1 b
Kontrol	1.3 c	4.5 c	5.8 c

\* Uygulamalara bağlı her parametre kendi içinde istatistiki analize tabii tutulmuştur.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bitkilerin azot beslenmesinde toprakta azotun amonyum ve nitrat formlarının varlığı ve bu formların toprakta korunabilirliği büyük önem taşır. Azot kayıplarının azaltılması için başvurulan yöntemler; gübre verme tekniği ve zamanlamanın doğru seçimi, yavaş serbest hale geçen azot kaynaklarının kullanımı ve nitrifikasyonun kimyasal olarak önlenmesini kapsamaktadır (Işıldar, 1999). Nitrifikasyon toprakta amonyum formundaki azotun uzun süre varlığını korumasına engel olan önemli etmenlerden biridir. Bu nedenle tarım alanlarında nitrifikasyonun gerçekleşmesi istenmeyen bir durumdur (Mengel ve ark., 2006). Toprakta nitrifikasyonun önlenmesine yönelik bugüne kadar birçok araştırma yapılmıştır.

Enjeksiyon gübrelemenin konvansiyonel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak farklı N-dozu uygulamalarında buğday vejetasyonu altında toprakta nitrifikasyona, toprağın biyolojik aktivitesine ve bazı besin elementlerinin bitki tarafından alınımına etkisine yönelik yapılan bu çalışmada, genel ortalama sonuçlarına göre toprağın 0-20 cm derinliğinde nitrat azotu değeri en yüksek En-Güb%70 uygulamasında (9.52 mg/kg) enjeksiyon noktasında, en düşük genel ortalama değeri ise kontrol parsellerinde (4.83 mg/kg) sıra arasında tesbit edilmiştir. Yine aynı derinlikte amonyum azotu değeri en yüksek En-Güb%70 uygulamasının (19,63 mg/kg) enjeksiyon noktasında tesbit edilmiştir.

Toprağın 20-40 cm derinliğinde nitrat azotu değeri en yüksek En-Güb%100 uygulamasının (7.31 mg/kg) enjeksiyon noktasında, en düşük genel ortalama değeri kontrol parsellerinde (2,32 mg/kg) sıra arasında tesbit edilmiştir. Aynı derinlikte amonyum azotu değeri en yüksek En-Güb%100 uygulamasında (11,21 mg/kg) enjeksiyon noktasında, en düşük kontrol parsellerinde (2,30 mg/kg) sıra arasında ölçülmüştür.

Toprağın 0-40 cm derinliğinde nitrat azotu değeri en yüksek En-Güb%100 uygulamasının (14,05 mg/kg) enjeksiyon noktasında, en düşük genel ortalama değeri kontrol parsellerinde (7,14 mg/kg) sıra arasında tesbit edilmiştir. Aynı derinlikte amonyum azotu değeri en yüksek En-Güb%100 uygulamasında (29,90 mg/kg)

enjeksiyon noktasında, en düşük kontrol parsellerinde (6,91 mg/kg) sıra arasında ölçülmüştür.

Genel olarak en yüksek nitrat ve amonyum azotu değerleri enjeksiyon gübre uygulamalarında ve enjeksiyon noktalarında tesbit edilmiştir. Değerler uygulamalara, örnekleme zamanlarına ve örnekleme dönemi içerisindeki iklim koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Nitrat ölçümüne yönelik değerler toprağın 0-20 cm derinliğinde ilk ölçüm döneminde %70 N uygulama dozunda diğer uygulamalara oranla önemli ölçüde nitrat azotu belirlendiğini, diğer ölçüm dönemlerinde bu farklılığın azaldığını, ilk ölçüm dönemi dışında 0-20 cm ve 20-40 cm derinlikleri arasında da uygulamalara bağlı olarak çok belirgin bir fark olmadığını göstermiştir. Toprağın 0-20 cm derinliğinde Enjeksiyon uygulamalı %100 ve %70 N dozlarında enjeksiyon noktalarında amonyum azotu değerlerinin diğer uygulamalara oranla çok belirgin olarak yüksek olduğu ( 66.12 ve 72.08 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/kg), bunu geleneksel uygulama %100 N-dozunun izlediği görülmüş, izleyen ölçüm dönemlerinde ise miktar olarak uygulamalar arası çok belirgin fark olmadığı görülmüştür. Toprağın 20-40 cm derinliğinde de %100 Enjeksiyon uygulamasında belirgin yüksek amonyum azotu ölçülmüş, izleyen dönemlerde bu fark kaybolmuştur. Nitrat ve amonyum azotuna yönelik tüm bu ölçüm değerleri, enjeksiyon uygulamasına bağlı topraktaki amonyum konsantrasyonu yüksekliğinin toprakta belirli bir süre (bu çalışma koşullarında yaklaşık bir ay) devam ettiğini, izleyen dönemlerde nitrifikasyon nedeniyle bu farkın ortadan kalktığını göstermiştir.

Araştırmada enjeksiyon gübreleme ile farklı N-dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday vejetasyonu altında toprağın 0-20 cm derinliğinde enjeksiyon noktası/bant üzerinde ve enjeksiyon noktaları arası/bant yanında CO<sub>2</sub> üretimi, dehidrogenaz enzimi aktivitesi ve pH değerlerine etkisi de değerlendirilmiştir.

Genel ortalama değerlerine göre, en yüksek CO<sub>2</sub> üretimi En-Güb%100 uygulamasında (14.36 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h.) enjeksiyon noktasında, en düşük Geleneksel%70 uygulamasında (13.02 mgCO<sub>2</sub>/100 gkt 24 h.) bant üzerinde tesbit edilmiştir. Dehidrogenaz enzimi aktivitesi en yüksek En-Güb%70 uygulamasında

(303.5 µg TPF/10 gkt) enjeksiyon noktasında, en düşük kontrol parsellerinde sıra arasında (216,20 µg TPF/10 gkt) tesbit edilmiş, diğer uygulamalar arasında bir fark görülmemiştir. Biyolojik aktivite parametreleri olan CO<sub>2</sub> üretimi ve dehidrogenaz enzimi aktivitesi arasında bir paralellik olmadığı tesbit edilmiştir. Bu parametreler arasında paralellik olmayabileceği, durumun toprağın organik madde içeriği, N<sub>min</sub>, nem v.b. birçok faktörlere bağlı olduğu bu yönde yapılan birçok araştırma sonuçlarında da (Beck, 1984) ortaya konmuştur.

Toprak pH değerleri incelendiğinde ortalama değerlerine göre enjeksiyon noktası/bant üzerinde (7.71) ve enjeksiyon noktaları arası/bant yanında (7.78) en düşük pH En-Güb%70 uygulamasında tesbit edilmiş, diğer uygulamalar arasında bir fark görülmemiştir.

Enjeksiyon yöntemi ile farklı N-dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak buğday bitkisinde kök üstü aksamda azot içeriği en yüksek Geleneksel%100 uygulamasında (%0,85), en düşük kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Kök üstü aksamda fosfor içeriği ise en yüksek En-Güb%100 uygulamasında (%0,31) belirlenmiş, en düşük kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Demir, çinko, mangan ve bakır içerikleri tüm uygulamalarda kontrol parsellerine göre yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Danede azot içeriği en yüksek En-Güb%100 uygulamasında (%2,03), en düşük En-Güb%70 uygulamasında (%1,80) belirlenmiştir. Danede fosfor içeriği ise en yüksek kontrol parsellerinde (%0,34) en düşük En-Güb%70 uygulamasında (%0,29) tesbit edilmiştir. Danede demir içerikleri arasında uygulamalar arasında bir fark bulunmamıştır. Çinko içeriği en yüksek En-Güb%70 uygulamasında (28,04 mg/kg), en düşük kontrol parsellerinde (25,85 mg/kg) tesbit edilmiştir. Mangan içeriği en yüksek Geleneksel%100 uygulamasında (35,56 mg/kg), en düşük Geleneksel%70 uygulamasında (31,45 mg/kg) tesbit edilmiştir. Tüm bu sonuçlara göre, buğday bitkisinde kök üstü aksamda besin elementi içerikleri genel olarak enjeksiyon uygulamalarında geleneksel uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Dane verimi en yüksek En-Güb%100 (832,26 kg/da) uygulamasında, en düşük olarak kontrol parsellerinde (247,52 kg/da) olduğu belirlenmiştir. Biyomas üretimi de yine en yüksek En-Güb%100 uygulamasında (558,10 kg/da), en düşük

kontrol parsellerinde (309,10 kg/da) tesbit edilmiştir. Kozlovsky ve ark. 2009 yılında yaptıkları bir çalışmada elde edilen verim ve biyomas değerleri, çalışmada elde edilen verim ve biyomas değerlerini desteklemektedir. Nitekim Kuecke ve ark. (2003) kışlık buğday bitkisi ile Kuzey Almanya koşullarında ve enjeksiyon gübreleme ile farklı N-dozu uygulamalarının geleneksel gübreleme ile karşılaştırmalı olarak kök üstü aksamda ve danede bitki besin elementleri içerikleri ve verim üzerine etkisini araştırmak için yaptıkları bir çalışmada dane verimi en yüksek En-Güb %100 uygulamasında 732 kg/da olarak; dane ve kök üstü aksamda bitki besin elementi içeriklerinin enjeksiyon uygulamalarında geleneksel uygulamalara oranla benzer şekilde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma ile, enjeksiyon gübreleme yönteminin geleneksel gübreleme yöntemine kıyasla toprakta nitrifikasyona, buğday bitkisinde bazı besin elementlerinin alınımına etkisine yönelik uygulamaya aktarılabilecek bazı sonuçlar elde edilmiştir. Örnekleme yapılan derinliklerde enjeksiyon gübreleme yöntemi ile geleneksel gübreleme yöntemine ve kontrole kıyasla daha fazla amonyum azotu tesbit edilmiştir. Enjeksiyon gübreleme yönteminin %70 azot dozu uygulamasında diğer uygulamalara göre toprakta daha fazla amonyum azotu tesbit edilmiştir. Bu durum, çeşitli çevre koşullarına karşın (yağış ve sıcaklık) enjeksiyon gübreleme yöntemi ile uygulanan azotlu gübrenin, geleneksel gübreleme yöntemine göre amonyum azotu formunda daha fazla muhafaza edildiğini ve nitrat azotu formuna dönüşümünü (nitrifikasyon!) engellediğini göstermektedir. Bunun yanı sıra enjeksiyon gübreleme yöntemi ile geleneksel gübreleme yöntemine göre ülkemiz koşullarında dane verimi kaybı olmadığı, aksine enjeksiyon gübreleme yönteminin %100 azot dozu ile diğer uygulamalara oranla daha fazla verim elde edildiği belirlenmiştir.

Enjeksiyon gübreleme yönteminin buğday bitkisinde kök üstü aksamda azot beslenmesine etkisi olmadığı fakat danede azot içeriği yönünden enjeksiyon gübreleme %100 N dozu uygulaması ile Geleneksel gübreleme N dozu uygulamasının aynı etkide ve diğerlerine göre yüksek olduğu, danede Zn ve Cu bakımından enjeksiyon uygulamalarının geleneksel gübreleme uygulamalarına göre

daha etkili ve ya eşit etkide olduğu, P ve Fe bakımından ise uygulamalar arası belirgin fark olmadığı tesbit edilmiştir.

Bu tez çalışması ile elde edilen enjeksiyon gübreleme uygulamasının konvansiyonel gübre uygulamasına oranla nitrifikasyonu en azından bilimli bir süre yavaşlatması, bitkilerce N-alım etkinliğini ve dane verimini belirgin şekilde artırması bulgularından hareketle Tarım Bakanlığı ve ilgili kurumlarca gerekli alet-ekipman ve gübre teminine yönelik destek sağlanması yoluyla ülkemiz koşullarında özellikle büyük işletmeler düzeyinde enjeksiyon gübre uygulaması yapılmasının önemli yararı olacaktır. Bu uygulama ile birim N uygulaması ile daha fazla verim alınması mümkün olabilecek, hem de nitrifikasyon-yıkanma veya nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesleriyle gerçekleşmesi muhtemel azot kayıpları azalacaktır.



## KAYNAKLAR

- AALAMI, M., LEELAVATHI, K., RAO, U. J. S. P., 2007. Spaghetti making potential of Indian durum wheat varieties in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. *Food Chemistry*, 100, 1243-1248.
- ABREU, D. E., FLORES, I., DE ABREU, F.M.G., MADEIRA, M.V., 1993. Nitrogen Uptake in Relation to Water Availability in Wheat. *Plant and Soil* 154: 89-96.
- AHMED, M.A., NABILA, M.S., HASSANEIN, M.S., 2007. Response of Grain Sorghum to Different Nitrogen Sources. *Res. I. Agric. Biol. Sci.*, 3:1002-1008
- AKSOY,U., 2002. *Organik Tarım.*, Emre Basımevi, İzmir.
- AKTAŞ, M., 2004. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları ve Tanınmaları. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi*, s:1118-1186.
- ALEMI, H., KIANMEHR, M. H., BORGHAEE, A. M., 2010. Effect of Pellet Processing of Fertilizer on Slow Release Nitrogen in Soil. *Asian Journal of Plant Sciences* 9(2):74-80 ISSN 1682-3974
- ANDERSSON, A., JOHANSSON, E., 2006. Nitrogen Partitioning in Entire Plants of Association p: 1-45 Paris. Different Spring Wheat Cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192(2): 121-131.
- ATEŞALP, M., 1977. Aşırı Kireçlemenin Doğu Karadeniz Bölgesi asit topraklarının makro ve mikro besin maddeleri kapsamlarına ve verimlerine etkisi. *Toprak ve Gübre Araş. Ensı. Müd. Yay. No : 72, 24--33.*
- ATILGAN, A., COŞKAN A., B. SALTUK, ERKAN, M., 2007. Antalya Yöresindeki Seralarda Kimyasal ve Organik Gübre Kullanım Düzeyleri ve Olası Çevre Etkileri. *Ekoloji Dergisi*, 15, 62, 37-47.
- AYDEMİR, O., 1992. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. *Atatürk Üni. Yay. No : 734, 117-192.*

- BAI, J., GAO, H., DENG W., YANG Z., CUI B., XIAO R. Nitrification potential of marsh soils from two natural saline-alkaline wetlands. *Biology and Fertility of Soils*, 2010, Vol. 46. pp. 525-529. Springer Berlin / Heidelberg. ISSN 0178-2762 (Print), 1432-0789 (Online).
- BALIK J., 1985. The influence of nitrification inhibitors on changes in mineral nitrogen in the soil and on the balance of urea nitrogen – CO(15NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. *Rostlinná Výroba*, 31: 913–920.
- BAO, X., WATANABE, M., WANG, Q., HAYASHI, S., LIU, J., 2006. Nitrogen budgets of agricultural fields of the Changjiang River basin from 1980 to 1990. *science of the Total Environment* 363 136-148.
- BİLEN, S., SEZEN, Y., 1993. Toprak Reaksiyonun Bitki Besin Elementleri Elverişliliği Üzerine Etkisi. *Atatürk Ü. Zir. Fak. Der.* 24 (2), 156-166.
- BLAIR, G., 1993. Nutrient Efficiency-What Do We Really Mean ? P. J. Randall et al. (eds) *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*, 205-213.
- BOELCKE B., 2000. Application of the liquid fertilizer near to the roots. The first experience with the nitrogen fertilizer injection (Depot or CULTAN fertilization). *Deutsche Landwirtschaft Zeitschrift*, 11:26–30.
- COSKAN, A., 1998. Çeşitli Yeşil Gübre Bitkileri Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprakta Denitrifikasyona Etkisi
- BOUYOUCOS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Argon. J.*, p 43, p 434-438
- BREMNER, J.M., 1965. Inorganic forms of Nitrogen p. 93-149. In C.A. Black et Al. (e.d.) *Methods of Soil Analysis. Part 1.* Argon. Monogr. Q. ASA, Madison, WJ.
- COSKAN, A., 1998. Çeşitli Yeşil Gübre Bitkileri Uygulamalarının Tarla Koşullarında Toprakta Denitrifikasyona Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- \_\_\_\_\_, A., GOK, M., ONAC, I., INAL, I., ve SAGLAMTIMUR, T., 2002. The effect of wheat straw, corn straw and tobacco residues on denitrification losses in a field planted with wheat. *Turk. J. Agric. For.* 26:349-353.
- ÇAĞLAR, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi A.Ü. Zir. Fak. Yayınları:10, s230

- ÇÖPÜR, Z., UYSAL, S., 2004. Çorum İl Çevre Durum Raporu.  
[http://www.cedgm.gov.tr/icd\\_raporlari/corumicd2003.pdf](http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/corumicd2003.pdf)
- DE BOER, H., 2010. Fluid Fertilizer Injection into Grassland in the Netherlands, International Symposium: Fluid Fertilizers Injection State of the Art , New Developments and Experiences, Braunschweig
- DELGADO J.A., SHAFFER, M., HU, C., LAVADO, R.S., CUETO WONG, J., JOOSSE, P., LI, X., RIMSKI-KORSAKOV, H., FOLLETT, R., COLON, W., SOTOMAYOR, D., 2006. A decade of change in nutrient management: a new nitrogen index. *J. Soil Water Conserv.* 61, 63-71.
- DELÍN S., NYBERG A., LINDÉN B., FERM M., TORSTENSSON G., LERENIUS C., GRUVAEUS I., 2008. Impact of crop protection on nitrogen utilisation and losses in winter wheat production. *European Journal of Agronomy*, 28: 361–370.
- DEUTSCHE EİNHEİTSVERFAHREN ZUR WASSER-ABWASSER und SCHLAMMUNTERSUCHUNGEN, 1983. Fachgrupper wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemie, Weinheim/Bergstrasse (BRD)
- DOĞAN, K., GÖK, M., COŞKAN, A., 2008. Çukurova Bölgesi yerfıstığı ekim alanlarında Rhizobiyal Potansiyelin Belirlenmesi. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim, Konya
- FABIG, W., OTTOW, J.C.G., MULLER, F., 1978. Minerilization von 14C-Markiertem Benzoat mit Nitrat als Wasserstoff-Akseptor Unter Vollstaendig Anaeroben Bedingungen Sowie bei Verminderten Saurstaffpartialdruck. *Landwitsch. Forsch.* 35, 441-453
- FRAZER, D.G., DARON, J.W., LESOING, G.W., 1988. Soil Microbial populations and Activity Under Conventional and Organic Management. *J. Environ. Qual.* 17:585-590
- GALLOWAY, J. N., DENTENER, F.J., CAPONE, D.G., BOYER, E.W., HOWARTH, R.W., SEITZINGER, S. P., ASNER, G. P., CLEVELAND, C., GREEN, P. A., HOLLAND, E., KARL, D. M., MICHALES, A., PORTER, J. H., TOWNSEND, A., VOROSMARTY, C., 2004. Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry* 70, 153-226.

- GARABET S., WOOD M., and RYAN J., 1998. Nitrogen and water effects on wheat yield in a Mediterranean-type climate. I. Growth, water-use and nitrogen accumulation. *Field Crops Research*, 57(3): 309-318.
- GISI, U., 1990. *Bodenökologie*. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York. S.253-261.
- GÖK, M., J.C.G. OTTOW, 1988. Effect of Cellulase and Staw Incorporation in Soil on Total Denitrification and Nitrogen Immobilization at Initially Aerobic and Permanent Anaerobic Conditions. *Biol. Fertil. Soils* 5,317-322.
- \_\_\_\_\_, SAĞLAMTİMUR, T., 1991. Çeşitli yeşil gübre bitkilerinin toprağın Nmin içeriğine etkisi. *TİD*. 11. Bilimsel Toplantısı, Yayın No. 6, S. 391-401.
- \_\_\_\_\_, ONAÇ, I., KARİP, B., SAĞLAMTİMUR, T., COŞKAN, A., TANSI, V., KIZILŞİMŞEK, M., 1998. Hasat Artıkları, Tütün Atığı ve Hayvan Gübresi Uygulamalarının Toprakta Azot Mineralizasyonu, İmmobilizasyonu ve Toprağın Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkisi. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. "YISARS", p 551-557.
- \_\_\_\_\_, COŞKAN, A., 2002. Sürdürülebilir ve Organik Tarımda Biyolojik Gübreleme. *Sürdürülebilir ve Organik Tarım Sempozyumu*.
- \_\_\_\_\_, DOĞAN, K., ANLARSAL, A.E., COŞKAN, A., TANSI, V., TANGOLAR, S., BİLİR, H., 2004 Farklı Yeşil Gübre Bitkilerinin Bağ Vejetasyonu Altında Toprakta Azot Minerilizasyonuna ve Biyolojik Aktiviteye Etkisi. *Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım-Sanayi-Çevre, Tokat Sy.* 885-892
- \_\_\_\_\_, 2009. *Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası Ders Notu*.
- GÜLEÇ, T. E., SÖNMEZOĞLU, E. A., YILDIRIM, A., 2010. Makarnalık Buğdaylarda Kalite ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler, *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 113-120
- GÜLERYÜZ, G., KIRMIZI, S., ARSLAN, H., 2007 Nitrogen Mineralisation in the Soils of Alpine Mat Communities: An Incubation Experiment under Laboratory Conditions *Tübitak Derg.*
- GÜZEL, N., GÜLÜT, Y.K., BÜYÜK, G., 2002. *Toprak Verimliliği ve Gübreler* Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayınları No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A – 80, s: 206-207

- \_\_\_\_\_, GÜLÜT, Y.K., BÜYÜK, G., 2008. Toprak Verimliliği ve Gübreler Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayınları No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A – 80, s: 208
- \_\_\_\_\_, GÜLÜT, K.Y., 2010. Toprağın Oluşumu ve Özellikleri Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:289
- HAKTANIR , K., ARCAK ,S., 1997. Toprak Biyolojisi (Toprak Ekosistemine Giriş), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Ders Kitabı:447 Yayın No:1486
- HATFIELD, J.L., PRUEGER, J.H., 2004. Nitrogen over-Use, under-Use, and Efficiency. International Crop Science Congress Proceedings. 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress, September 26 to October 1, 2004. Brisbane, Queensland, Australia. p 52.
- HOLLOWAY, R.E, BERTRAND, I, FRİSCHKE, A.J., BRACE, D.M., MCLAUGHLİN, M.J., SHEPPERD, W., 2001. Improving fertiliser efficiency on calcareous and alkaline soils with fluid sources of P, N and Zn. Plant and Soil 236: 209-219.
- HOWARD, D. ve BRAND-HARDY, R., 2003. Nitrogen: the essential public enemy. Journal of Applied Ecology, 40, 771-781.
- ISIDORO, D., QUILEZ, D. ve ARAGUES, R., 2006. Environmental impact of irrigation in La Violada District (Spain): II. Nitrogen fertilization and nitrate expeot in darinage water. J. Environ. Qual. 35:776-785.
- IŞILDAR, A. A., 1999. Toprağa Zeolit İlavesinin Nitrifikasyon Üzerine Etkisi Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 363–368
- ISERMAYER, H., 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Böden Z. Pflanzenaehr. Bodenkd 5. 56-60
- İBRİKÇİ, H., YAĞBASANLAR, T., KEKLİKÇİ, Z., ÇAKMAK, İ., BÜYÜK, G., TOKLU, F. ve GÜZEL, N., 2000. Çukurova Bölgesinde insan sağlığı ve çiftçi ekonomisi açısından buğdayda azot gübrelemesinin optimizasyonu. DPT Kesin Sonuç Raporu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Adana.
- JOHNSTON, A. E., 2000. Soil and Plant Phosphate. International Fertilizer Industry

- KAÇAR, B., KATKAT, A. V., ÖZTÜRK, Ş., 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198, Vipaş A.Ş. Yayın No: 74 s: 296.
- \_\_\_\_\_, KATKAT, A. V., ÖZTÜRK, Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi. Nobel yayın no: 848. Fen ve Biyoloji dizisi: 28. 2. Basım.
- KARNEZ, E., 2010. Aşağı Seyhan Ovasında Buğday ve Mısır Üretim Alanlarında Azot Bütçesine ilişkin Girdi ve Çıktıların İrdelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- KAPLAN, M., AKAY, S., 2000. Yeni Bir Kompoze Gübre Üretim Önerisi. Ekin Dergisi, 8: 30-31.
- KAYA, Z., 1982. Çukurova Bölgesinde Yaygın Bazı Toprak Serilerinde Fosforun Statüsü ve Toprak-Bitki Sistemindeki Dinamiği. Doçentlik Tezi, Adana. S.103
- KEMMITT, S. J., WRIGHT, D., GOULDING, K. W. T., JONES, D. L., 2006. pH Regulation Carbon and Nitrogen Dynamics in Two Agricultural Soils. Soil Biology and Biochemistry 38, 989-911
- KESER, M., 1996. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tanıtım Kitapçığı.
- KIZILOĞLU, F.T., 1995. Seçilmiş *Rhizobium leguminosarum* izolatları ile aşılamanın, Erzurum tarla koşullarında adi fiğ (*Vicia sativa* L.) bitkilerinin ürün verimi ve protein içeriğine etkisi. TÜBİTAK, Türk Tarım ve Ormancılık Derg.
- \_\_\_\_\_, BİLEN S., ATAÖĞLU N., 2001, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 32(2) Sy. 132-147 (1)
- KNOWLES, R., 1982 Denitrification Mikrobiol. Rev. 46, 43-70.
- KOLHE, S.S. MITTIRA, B.N., 1989. Evaloation of Slow Release Nitrogen Fertilizers in Rice-wheat Cropping System. Indian J. Agron, 34:137:138
- KORKMAZ, K. 2007. Tarım Girdi Sisteminde Azot ve Azot Kirliliği. [http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim\\_girdi.htm](http://www.ziraat.ktu.edu.tr/tarim_girdi.htm)

- KOZLOVSKY, O., BALÍK, J., SEDLAR, O., CERNY, J., 2010. The Effect of Ammonium Fertilizer Injection (CULTAN) on Winter Wheat Growing Under Conditions of the Czech Republic, International Symposium: Fluid Fertilizers Injection State of the Art , New Developments and Experiences, Braunschweig
- KUECKE M., 2001. Landbauforschung Völkenrode FAL Agricultural Research Anbauverfahren mit N-Injektion (CULTAN) Ergebnisse, Perspektiven, Erfahrungen. Sonderheft 245 p:1-22
- \_\_\_\_\_, 2003. Yield and grain quality of winter wheat and winter rye in N–injection fertilization – Results from field experiment in 2001. Crop experience with Ninjection (CULTAN) ‘Results, perspective, practice’, FAL Braunschweig textbook, 245: 69–80.
- \_\_\_\_\_, 2006. Agronomical and Ecological Benefits of Liquid Fertilizer Injection under European Conditions. Proc. Fluid Fertilizer Forum, Scottsdale 12-14 February 2006, 23, 53-59
- \_\_\_\_\_, SCHERER H.W., 2006. Injection fertilization in Germany. RKL Rendsburg, 397–429.
- LETEY, J., N. VOLARES, D.D. FOCHT, J.C. RYDEN, 1981. Nitrous Oxide Production and Reduction During Denitrification as Affected by Redox Potential. Soil Sci. Soc. Am. 45, 727-730
- LIAO, M.T., FILLERY, I.R.P., PALTA, J.A., 2004. Early vigorous growth is a major factor influencing nitrogen uptake in wheat. Functional Plant Biology 31(2) 121 – 129
- LIU, G.D., J.U., X.T., ZHANG, F.S., PAN, J.R., CHRISTIE, P., 2003. Nitrogen dynamics and budgets in a winter wheat-maize cropping system in the North China Plain. Field Crops Research 83 (2), 111-124.
- LINDSAY, W. L., NORVELL, W. A., 1978. Development of DTPA Soil Test Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Am. J. 42:421-428

- MÅNSSON, K.F., FALKENGREN-GRERUP, U. The effect of nitrogen deposition on nitrification, carbon and nitrogen mineralization and litter C:N ratios in oak (*Quercus robur* L.) forests. *Forest Ecology and Management*, 2003, Vol. 179. pp. 455-467.
- MARSCHNER, H., 1997. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Edition. Academic Press, London 889 p.
- MATULEWICH, V.A., AND FINSTEIN, M.S., 1978. Distribution of Autotrophic Nitrifying Bacteria in a Polluted River (The Passaic), *Applied and Environmental Microbiology*, 35, 1: 67-71.
- MC ELROY, M.B., ELKINS, J.W., WOFSY, S.C., YUNG, Y.L., 1976. Sources and Sinks for Atmospheric N<sub>2</sub>O. *Rev. Geophys Space Phys.* 14, 143-150.
- McCAULEY, A., JONES, JACOBSEN, J., 2004. Sustainable agriculture. *Nutrient Management Nodule No.15*, Montana State University Extension Service, 4449:15
- MCGONIGLE, T. P., YANO, K., SHINHAMA, T., 2003. Mycorrhizal Phosphorus Enhancement of Plants in Undisturbed Soil Differ from Phosphorus Uptake Stimulation by Arbuscular Mycorrhizae over Non-Mycorrhizal Controls. *Biol. Fertil. Soils* 37:268-273.
- MCNULTY, S.G., ABER, J.D., BOONE, R.D. Spatial changes in forest floor and foliar chemistry of spruce-fir forests across New England. *Biogeochemistry*, 1991, Vol. 14. pp. 13-29.
- MURPHY, J., RILEY, S. P., 1962. A modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Waters. *Anal. Chem. Acta.* 27:31-36
- NEETESON, J.J., 1995. Nitrogen management for intensively grown arable crops and field vegetables. In: Bacon, P.E. (Ed.), *Nitrogen Fertilization in the Environment*. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 295-325.
- NYORD T., SCHELDE K.M., SRGAARD H.T., JENSEN L.S., SOMMER S.G., 2008a. A simple model for assessing ammonia emission from ammoniacal fertilisers as affected by pH and injection into soil. *Atmospheric Environment*, 42: 4656–4664.

- \_\_\_\_\_, SŞGAARD H.T., HANSEN M.N., JENSEN L.S. 2008b. Injection methods to reduce ammonia emission from volatile liquid fertilisers applied to growing crops. *Biosystems Engineering*, 100: 235–244.
- ÖZBEK, H., KAYA Z., GÖK, M., KAPTAN, H., 1993. Toprak Bilimi Kitabı. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yay. No: 16
- PAN, J., ZHU, Y., JIANG, D., DAI, T.B., LI, Y.X., CAO W.X., 2006. Modeling plant nitrogen uptake and grain nitrogen accumulation in wheat. *Field Crops Research*, 97 (2-3): 322-336
- PIETRI, J.C., BROOKERS, P.C., 2008 Nitrogen Mineralisation Along a pH Gradient of a Silty Loam UK Soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 40 797-802
- PRESCOT, C.E. Does nitrogen availability control rates of litter decomposition in forests? *Plant and Soil*, 1995, Vol. 168-169. pp. 83-88. Springer Netherlands. ISSN: 0032- 079X (print), 1573-5036 (online)
- RAO, S.C., DAO, T.H., 1996. Nitrogen Placement and Tillage Effects On Dry Matter And Nitrogen Accumulation and Redistribution in Winter Wheat. *Agron. J.*, 88(3): 365-371.
- ROHMANN, U., H. SONTHEIMER, 1985. Nitrat im grunwasse:ursachen-Bedeutung-Lösungswege. DVGW Forschungsstelle am Engler-Bunter-Institut der Universität Karlsruhe.
- SCHITTENHELM S., MENGE-HARTMANN U., 2006. Yield formation and plant metabolism of spring barley in response to locally injected ammonium. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192: 434–444.
- SCHICHTING, E., BLUME, E., 1966. *Bodenkundliches Practikum*. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin.
- SCHLEGEL, H.G., *Allgemeine Mikrobiologie*, Newyork, 1985, Thieme Verlag, 571 p.
- SCHULZ, R., DONATH, S., DÖHLER, H., GROSSMANN, I., RİEXİNGER, J., WEİSS, K., ENRHART, E., GRUBER, S., PEKRUN, C., CLAUPEİN, W., MÜLER, T., 2010. Is a Single Application of Nitrogen Suffecient for Winter Wheat and Maize? *International Symposium: Fluid Fertilizers Injection State of the Art , New Developments and Experiences*, Braunschweig

- SCHWARZ, A., BISCHOFF, W. A., MAINER, J., 2010 Injektionsdüngung und Grundwasserschutz – Kann die Nitratauswaschung im Ackerund Gemüsebau durch CULTAN-Düngung reduziert werden?
- SEZEN, Y., 1991. Toprak Kimyası. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Yay. No : 127,120-122.
- SIVRI, N., KARAÇAM, H., FEYZIOGLU, M., 1998. Dogu Karadeniz Bölgesi'nde (Sürmene Koyu) Nitrifikasyon Bakterilerinin Aktivitesi Tr. J. of Biology 22 (1998) 299-306
- SOMMER K., 2005. CULTAN – fertilization. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, 218.
- \_\_\_\_\_, 2000. "CULTAN"-Cropping systems: Fundamentals, state of development and perspectives. Martin-Loucao, M.A: & Lips, S.H. (eds.) Nitrogen in a sustainable ecosystem: from the cell to plant, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 361-375
- SONTHEIMER, R., 1997. Nitrat im Grundwasser. Druckerei G. Braun GmbH, Karlsruhe.
- SUJETOÏVENE, G., 2010. Nitrification Potential of Soils under Pollution of a Fertilizer Plant Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. Nr. 3(53), P. .13 16 Environmental Research, Engineering and Management, ISSN 1392-1649 No.3(53), P. 13-16
- TAŞKAYA, B. 2004. Tarım ve Çevre. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, ISSN 1303-8346, Sayı:5, 1-8.
- THALMANN, A., 1967. Über die Mikrobielle Aktivitaet und Ackerböden unter Besonderer. Berücksichtigung der dhydroganese aktivitat (TTC-Reduktion) Diss. Giessen (FRG)
- TOK, H., 1997. Çevre Kirliliği, Trakya Üniversitesi Terkirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- TOPBAŞ, M.T, BROHİ, A.R., KARAMAN, M.R., 1998. Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara
- TUİK, 2010. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- TUNÇTÜRK, K., YILDIRIM, A., 2004. Morphological and Physiological Traits Associated with Wheat Yield Increases in Mediterranean Environments. Adv. Argon. 52: 229-276

- OLSEN, S.R., V. COLE, F.S., WATANABE and L. A. DEAN, 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept. Of Agric. Circ. 939
- U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USDA No:6
- ÜNAL, H., BAŞKAYA, H.S., 1981. Toprak: Kimyası. Ankara Ünİ. Ziraat Fak. Yay No : 759, 144-232.
- VARSHNEY, P., KANWAR, R.S. BAKER, J.L., ANDERSON, C.E., 1993. Tillage and Nitrogen Management Effects On Nitrate Nitrogen in the Soil Profile. Transection of the ASAE 36:783-789.
- VIGIL, M.F., KISSEL, D.E., SMITH, S.J., 1991 Field Crop Recovery and Modelling of Nitrogen Minerilized From Labelled Sorgum Residues. Soil Sci. Am. J. 55:1031-1037
- WALG, O., 2000. Taschenbuch der Weinbautechnik, Fachverlag Dr. Fraund, Mainz.
- WALTER E., 2001. Multi-annual usage of CULTAN system in practice in water protected area. Wasserversorgungs-Zweckverband Grünbachgruppe, Grünsfeld,8.
- WEEDS, D.A.J., KANWAR, R.S, 1996. Nitrate and water project in and flowing from root zone soil J. Environ. Qual. 25:709-719.
- WEHRMANN, J., SCHARPF, H.C., 1979. Der Mineralstickstoffgehalt des Bones als Grundlage der Stickstoffdüngung bei Zuckerrüben. 43. Winterkongress d. Intern. Institus für Zuclerrübenforschung, Brüssel, pp. 327-341.
- \_\_\_\_\_, SCHARPF, H.C., 1986. The Nmin method: an aid to integrating various objectives of nitrogen-fertilization. Zeitschrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde. 149, 428-440.
- WEHRMANN, J., SCHARPF, H.C., KUHLMANN, H., 1988. The Nmin-method-an aid to improve nitrogen efficiency in plant production.
- WEIMAR, S., SOMMER K., 1990. Untersuchungen zur Erschliessung von Ammonium-Depots durch Mais. Landw. Forsch., Kongressband p:301-307

- \_\_\_\_\_, 2003. Experiment of N-fertilization in CULTAN system on cereals, sugar beet and potatoes in Rheinland-Pfalz. Crop experience with N-injection (CULTAN) 'Results, perspective, practice', FAL Braunschweig Textbook, 245: 23–44.
- WUEST, S.B., CASSMAN, K.G., 1992. Fertilizer-Nitrogen Use Efficiency of irrigated Wheat: II. Uptake Efficiency of Preplant Versus Late-Season Application. *Agron. J.*, 84: 682-688.
- ZHANG, T. Q., MACKENZIE, A. F., 1997. Phosphorus in Zero Tension Soil Solution as Influenced by Long-Term Fertilization of Corn (*Zea mays* L.). *Canadian Journal of Soil Science* 77(4): 685-691.

## **ÖZGEÇMİŞ**

08/05/1985 yılında İzmir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir’de tamamladı. 2004 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Programı Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’nden 2008 yılında mezun oldu ve aynı yıl Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı Mikrobiyoloji Laboratuvarında yüksek lisansa başladı. 2009 yılında aynı bölümde Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı, halen görevine devam etmektedir.