

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİNİN TOPRAKTAKİ  
AMONYUM ve NİTRAT AZOTU KAPSAMINA ETKİSİ**

**Gürkan ÖZÇELİK**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. Sadık USTA**

**TOPRAK ANA BİLİM DALI**

**ANKARA  
2005**

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## FARKLI SULAMA YÖNTEMLERİNİN, TOPRAKTAKİ AMONYUM VE NİTRAT AZOTU KAPSAMINA ETKİLERİ

Gürkan ÖZÇELİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sadık USTA

Bu çalışmayla, farklı sulama yöntemlerinin topraktaki amonyum ve nitrat azotunun etkili kök bölgesindeki hareketine ve yıkanmasına etkisi araştırılmıştır.

Etkili kök bölgesinden bitki gelişimi boyunca (0-20), (20,40), (40-60), (60-80) cm derinliklerinden alınan örneklerin analize tabii tutulması ile deneme parsellerindeki amonyum ve nitrat varlığı takip edilmiştir.

Damla, karık ve yağmurlama sulama yöntemlerinin kök bölgesindeki amonyum –nitrat hareketlerine etkisi birbirinden farklı bulunmamıştır. Bu benzerliğin sebebi verilen su miktarlarının birbirine yakın değerlerde olmasına bağlanmıştır.

Denememizde gübreleme, ekim ile birlikte tek seferde yapılmış ve ilk sulamalarla azot kaybının fazla miktarda gerçekleştiği görülmüştür. Sulu tarım alanlarında azot kaybının fazla olduğu gözlemlenmiş ve kaybın önlenmesi amacıyla azotlu gübrelemenin mümkün olduğunca parçalara ayrılarak ve bitki azot alımının en fazla olduğu dönemlerde yapılması önerilmiştir.

**2005, Sayfa:62**

**ANAHTAR KELİMELER:** Yağmurlama sulama, damla sulama, amonyum, nitrat, yıkanma

**ABSTRACT**  
**Master Thesis**

**EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION METHODS ON SOIL  
NITRATE AND AMMONIUM CONTENTS**

Gürkan ÖZÇELİK

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Sadık USTA

In this study, the effect of irrigation methods were investigated on activity and leaching of soil ammonium and nitrate of nitrogen in the root zone.

Existence of ammonium and nitrate in experimental parcels were followed by analysed of samples which taken from effective root zone ((0-20), (20,40), (40-60), (60-80) cm in depth, during plant growing period.

The effect of drip, furrow and sprinkler irrigation methods on ammonium and nitrate activity at root zone were not found significant. It is because of that given irrigation water quantities were nearly same each other.

In this study total amount of fertilizer distributed on the surface in one time and through the first irrigation application more of them were leached. To percent the leaching nitrogen from the upper part of the root zone, it is recommended to give the total amount in time period.

**2005, Pages:62**

**KEY WORDS:** Springler irrigation, drip irrigation, furrow, irrigation, ammonium, nitrate, leaching

## TEŞEKKÜR

Bana bu çalışmanın yapılması olanağını sağlayan , planlama, denemenin yşrştşlmesi ve değerlendirilmesi aşamasında bilgi ve tecrşbeleri ile yol gşsteren, destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sadık Usta'ya, sulama yapılması konusunda bizleri teknik bilgileri ile yşnlendiren Sayın Prof. Dr.Osman Yıldırım, Sayın Prof. Dr. Fatih Selenay, Sayın Prof. Dr.Ahmet Öztşrk, Sayın Prof. Dr. Engin Yurtseven'e, laboratuar çalışmalarımnda bşyşk yardımlarından dolayı Araş.Gör. Yakup ıkılı'ya, çalışmalarım sşresince bana yardımcı olan Ankara Őniversitesi Ziraat Fakşltesi teknisyen ve çalışanlarına, mesai arkadaşlarıma, her zaman yakın ilgi ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve sevgili eşime teőekkřr ederim.

Gşrkan ŐZELİK  
Ankara, Temmuz 2005

# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 Toprak.....	16
3.1.2 Sulama yöntemleri.....	16
3.1.3 Deneme bitkisi.....	18
3.1.4 Gübre.....	18
3.2 Yöntem.....	18
3.2.1. Deneme düzeni ve denemenin kurulması.....	18
3.2.2. Uygulanan tarım tekniği.....	21
3.2.3. Sulama uygulamaları.....	22
3.3. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	26
3.3.1 Tekstür tayini.....	26
3.3.2 Tarla kapasitesi.....	26
3.3.3 Solma Noktası.....	27
3.3.4 % Nem.....	27
3.3.5 Toprak reaksiyonu (pH).....	27
3.3.6 Elektriksel iletkenlik.....	27
3.3.7 Kireç Tayini.....	27
3.3.8 Toplam azot.....	27
3.3.9 Amonyum (NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> ) ve nitrat (NO <sup>-</sup> <sub>3</sub> ) azotları.....	28
3.4 İstatistik Analizleri.....	28
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	29
4.1. Sulama Yöntemlerinde Amonyum (NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> ) ve Nitrat (NO <sup>-</sup> <sub>3</sub> ) Azotu Hareketleri.....	29
4.1.1. Karık sulama yöntemi ile sulanan parsellerde NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> azotu ve NO <sup>-</sup> <sub>3</sub> azotu hareketleri.....	29
4.1.2. Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan parsellerde NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> azotu ve NO <sub>3</sub> azotu hareketleri.....	30
4.1.3. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerde NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> azotu ve NO <sup>-</sup> <sub>3</sub> azotu hareketleri.....	32
4.2. Sulama Yöntemlerinin Azotu Toprak Profili Boyunca NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> Azotu ve NO <sup>-</sup> <sub>3</sub> Dağılımına Etkilerinin Karşılaştırılması.....	34
4.3 Sulama Yöntemlerinin Bitki Kuru Madde Ağırlığı ve 1000 Tane Ağırlığına Etkileri.....	43

<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	45
<b>KAYNAKLAR</b> .....	47
<b>EKLER</b> .....	55
<b>EK.1 Başlangıçta deneme parselinin 5 ayrı noktasından alınan derinlik örneklerinde <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> ve <math>\text{NO}_3^-\text{-N}</math> değerleri ve gübreleme sonrası ortalamalar</b> .....	56
<b>EK.2 Gübrelemeden 15 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> ve <math>\text{NO}_3^-\text{-N}</math> değerleri</b> .....	57
<b>EK.3 Gübrelemeden 30 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> ve <math>\text{NO}_3^-\text{-N}</math> değerleri</b> .....	58
<b>EK.4 Gübrelemeden 45 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> ve <math>\text{NO}_3^-\text{-N}</math> değerleri</b> .....	59
<b>EK.5 Gübrelemeden 75 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> ve <math>\text{NO}_3^-\text{-N}</math> değerleri</b> .....	60
<b>EK.6 Gübrelemeden 105 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math> ve <math>\text{NO}_3^-\text{-N}</math> değerleri</b> .....	61
<b>EK.6 Birinci sulamanın hemen sonrası ve ikinci sulamaların hemen sonrasında azot takibi amacıyla 3. ve 6. günlerde yapılan analiz sonuçları (Değerler istatistik değerlendirilmede kullanılmayan tek paralelli ek bilgi parsellerinden elde edilmiştir.)</b> .....	62
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	62

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme parsellerinin araziye uygulanma şekli.....	19
Şekil 3.2. Deneme parsellerinin araziye uygulanması.....	19
Şekil 3.3. Mısır ekiminin yapılması.....	20
Şekil 3.4. Sulamaların yapılması.....	24
Şekil 4.1. Üç sulama yöntemine ait parselin bitki vejetasyonu boyunca örnekleme dönemlerindeki amonyum değerleri.....	35
Şekil 4.2. Üç sulama yöntemine ait parselin bitki vejetasyonu boyunca örnekleme dönemlerindeki nitrat değerleri.....	36
Şekil 4.3. Tüm sulamalı parsellerin amonyum ve nitrat azotu miktarı ortalamasının, örnekleme zamanlarına göre profil derinliklerindeki durumu .....	41
Şekil.4.4. Yağmurlama, karık ve damla sulama sistemleri ile sulamaların yapıldığı parsellerden edinilen (5 bitki) kuru madde ağırlığı ve 1000 dane ağırlığı değerleri.....	44

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	16
Çizelge 3.2. Damla sulama yöntemine ait damlaticıların fabrika katalog ve uygulama değerleri .....	17
Çizelge 3.3. Yağmurlama sulama yöntemine ait başlıkların fabrika katalog ve uygulama değerleri.....	17
Çizelge 3.4. Deneme( $\text{NH}^+4\text{-N}$ , $\text{NO}^-3\text{-N}$ ) analiz dönemleri planı.....	21
Çizelge 3.5. Vejetasyon dönemleri ve sulanan toprak derinlikleri.....	22
Çizelge 3.6. Toprak profilinden elde edilen başlangıç değerleri.....	22
Çizelge 3.7. Damla sulama yönteminde ıslatılan alan ve net sulama suyu miktarı.....	23
Çizelge 3.8. Damla sulama yöntemiyle yapılan sulamaların zaman ve miktarı.....	25
Çizelge 3.9. Yağmurlama ve karık sulama sistemi ile yapılan sulamaların zaman ve miktarı.....	26
Çizelge 4.1. Karık sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerleri.....	29
Çizelge 4.2. Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerleri.....	31
Çizelge 4.3. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerleri.....	32
Çizelge 4.4. Sulanan parsellerdeki örnekleme zamanlarının profil derinliklerindeki amonyum ve nitrat hareketine etkisi.....	37
Çizelge 4.5. Farklı profil derinliklerinin, örnekleme zamanlarına göre amonyum ve nitrat miktarlarındaki değişimi.....	39
Çizelge 4.6. Üç sulama yöntemine ait tek paralelli ek bilgi parsellerinin amonyum-nitrat değerlerinin ortalaması(3-6.günler)....	41
Çizelge 4.7. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemleri ile sulamaların yapıldığı parsellerden edinilen (5 bitki) kuru madde ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı değerleri.....	43



# 1. GİRİŞ

Bitkiler için mutlak gerekli elementlerden en önemlisi azottur(Aktaş 1995,Kacar 1984). Azot bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu ve toprakta her yıl yenilenmesi gereken bir bitki besin elementi olduğu için kullanılan suni gübreler içerisinde en yüksek payı almaktadır. Toprakta azotu belli bir seviyede tutmanın zorluğu ve bitkiler için gereken azotu temin etmenin pahalılığı, topraklara uygulanan azotlu gübrelerden bitkilerin faydalanma derecesinin ve çeşitli şekillerde kaybolan azotun bilinmesini son derece önemli kılmaktadır.

Toprağın fiziksel, kimyasal, mikrobiyal aktivitesine ve çevresel koşullara bağlı olarak  $NH^+4-N$  ve  $NO^-3-N$  varlığı ve dengesi sürekli değişim ve hareket halindedir(Kacar 1984;Scott *et al.* 1995). Bu azot aktivitesinde mikrobiyal faaliyetlerin ve mineralizasyonun uzantısı olarak aminizasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon, denitrifikasyon; fiziksel koşullara bağlı olarak kil tipi, katyon değişim kapasitesinin etkilediği amonyum fiksasyonunun, kimyasal koşulların uzantısı olarak pH şartlarının ve diğer katyonların varlığının rolü, yapılan bir çok çalışmada araştırılmıştır. Tüm bunların yanında  $NH^+4$  ve  $NO^-3$  hareketine en fazla etkisi olan faktörlerden birisi de yağışlar ve sulu tarım koşullarında sulamanın varlığıdır.

Yapılan bilimsel ve istatistik çalışmaların işaret ettiği bir durum olarak, çölleşme ve kurak iklim koşullarına geçiş şartları giderek artmaktadır (Duygu 2004). Buna paralel olarak dünyamızda ürün yetiştiriciliği için sulama yapmanın önem ve gerekliliği de artmaktadır. Sulama yapmanın verimliliğin artırılması için bu denli gerekli oluşu, beraberinde bilinçsiz gübreleme ve bilinçsiz sulama yapmanın da etkisi ile topraktaki hareketi çok fazla olan azot elementinin yıkanmasına neden olmaktadır. Dünya genelinde yapılan araştırmalarda sadece yıkanarak meydana gelen azot kayıplarının, gübre uygulanmış ve uygulanmamış koşullar dahil, yıllık hektara 1-500 kg azot olduğu saptanmıştır (Fried and Broeshart 1967).

Toprak içerisinde bu denli fazla sayıdaki faktörün etkisinde olan  $NH^+4$  ve  $NO^-3$  azotu denitrifikasyonla  $N_2$  gazı şeklinde veya özellikle de yüzeye uygulanan gübrelerden dolayı  $NH_3$  olarak atmosfer yönlü hareket halindedir ve birçok şekilde kayba uğrayabilmektedir ( Hargrove 1979).

Yurdumuzda her yıl kullanılan azotlu gübre miktarları dikkate alınacak olursa amonyak gazı uçuşması ve yıkanma şeklinde cereyan eden azot kayıplarının çok

yüksek olduğu ve bunun ekonomik yönden önemli parasal kayıplara sebep olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim Konya Tarım İl Müdürlüğü 1995 yılı istatistiklerinden (Anonymous 1995) anlaşıldığına göre 1995 yılı tarım sezonunda Konya ilinde değişik bitkilerin gübrelenmesi için 35685 ton %33'lük amonyum nitrat, 71866 ton %26'luk amonyum nitrat, 8110 ton %21'lik amonyum sülfat, 40953 ton %46'luk üre, 5937 ton tripl süperfosfat, 57237 ton diamonyum fosfat, 32281 ton 20-20-0 ve 21749 ton 15-15-15 gübreleri olmak üzere toplam 273818 ton yapay gübre tüketilmiştir. Bir sezonda sadece bir ilimizde 273818 ton yapay gübre tüketildiği ve bu kullanılan gübrenin de %57,20'sinin azotlu gübre, %2,17'sinin fosforlu gübre ve %40,63'ünün de kompoze gübre olduğu düşünülürse azotlu gübrelere meydana kayıpların ekonomik boyutları bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Verilen azotlu gübreler başta nitrat olmak üzere amonyum iyonları ile birlikte toprak içerisinde taşınmakta, aşırı sulamayla yıkanmakta veya birçok kimyasal ve biyokimyasal olaylarla kayba uğramakta tüm bunların sonucunda yarayışsız hale geçmektedir (Usta 1995).

Bilindiği üzere bitkiler yüzeyden itibaren etkili kök derinliği boyunca bitki besin maddelerinden yararlanabilmektedir. Bu sebeple bitki besin maddelerinin özellikle azotun profil içerisinde etkili kök bölgesi boyunca hareketi önem kazanmaktadır. Ülkemizde de giderek önem kazanan ve artış gösteren sulu tarım alanlarında, yıkanmanın da devreye girdiği etkili kök bölgesi boyunca meydana gelen  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  hareketi üzerine yapılmış çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Phene *et al.* 1990; Grove *et al.* 1996 ;Riley *et al.* 2001).

Bugün Türkiye'de  $28,1 \times 10^6$  ha tarım alanı mevcuttur. Bu alanın %6'ya kadar eğime sahip olan kısmı içerisinde  $13,5 \times 10^6$  ha mın sulanabilir olduğu yaklaşımla yapılmaktadır. Türkiye'de tüketici amaçla yararlanılabilir su kaynakları potansiyeli ise,  $95 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/yıl yerüstü ve  $12 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/yıl yeraltı olmak üzere toplam  $107 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/yıl dır. Bugün Türkiye'de uygulanan sulama teknolojileri iyileştirilmezse ,mevcut su kaynakları ile sulanabilecek alanın  $8,5 \times 10^6$  ha olması beklenir. Türkiye'de 1992 verilerine göre  $4,6 \times 10^6$  ha alan sulanmaktadır. Bu alanın %95 inde yüzey, %5'inde ise basınçlı sulama uygulanmaktadır. Yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı alanın yaklaşık %60'ında, sulama randımanı son derece düşük olan salma sulama yöntemi kullanılmaktadır. Oysa ekonomik faktörler dışında, yalnızca teknik sulanabilir alanın %63'ünde basınçlı sulama sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Görüldüğü gibi su kaynaklarımızın optimum kullanımı açısından mevcut sulama teknolojilerini iyileştirmek zorunluluğu vardır (Güngör vd. 1996). Tüm bu verilerin ışığında yağmurlama, damla sulama ve ağaçaltı mikro yağmurlama gibi yüksek teknoloji sulama yöntemlerinin yaygınlaşması gerektiği ortaya çıkmaktadır. İntensive tarıma geçişin , sera ve örtü

altı yetiştiriciliğinin arttığı ülkemizde sulama sistemleri çeşitliliğinin topraktaki besin maddelerinin taşınım ve hareketine yönelik etkisi ile ilgili bilimsel çalışmalar giderek önem kazanmaktadır.

Damla sulama sisteminde temel ilke, bitkide nem eksikliğinden kaynaklanan bir gerilim oluşturmadan, her defasında az miktarda sulama suyunu sık aralıklarla yalnızca bitki köklerinin geliştiği ortama vermektir. Damla sulama yönteminde damlatma gözeneklerinin tıkanmaması için arındırılan su, bitki yakınına yerleştirilen damlatıcılara kadar iletilir (Güngör vd 1996).

Karık sulama yöntemi bir yüzey sulamadır. Bu yöntemde, bitki sıraları arasına karık adı verilen küçük yüzlek kanallar açılır ve bu yüzlek kanallara su verilir. Su karık boyunca ilerlerken infiltrasyonla toprak içerisine sızarak kök bölgesinde depolanır (Güngör vd 1996).

Yağmurlama sulama yönteminde araziye belirli aralarla yağmurlama başlıkları yerleştirilir. Sulama suyu bu başlıklardan basınçla püskürtülerek doğal yağışa benzer şekilde atmosfere verilir. Su buradan toprak yüzeyine düşer ve infiltrasyonla toprak içerisine sızarak kök bölgesinde depolanır (Güngör vd 1996).

Azotlu gübreleme-sulama ilişkisine yönelik çalışmaların artırılması ürün yetiştiriciliği için gereken gübreleme ve sulama miktarlarını ve dolayısıyla bu giderlerden kaynaklanan masrafları azaltacaktır.

-Sulama-gübreleme yönetiminin iyi olması nitrat yıkanmasını önler, ürün verimini artırır ve karlılık açısından devamlılık sağlanmış olur.

-Sulama-gübreleme ilişkisi ile ilgili çalışmalar sayesinde su kalitesinin korunması sağlanmış olur.

-Düşük sulama bunun yanında eksik azotlu gübreleme ile tipik azot noksanlıklarına rastlanılabılırken, iyi bir sulama-gübreleme rejimi sayesinde benzer şartlardaki tarlalara göre daha az azotlu gübrelemeye karşın verimli ürün elde edilmesi imkanı sağlanabilir (Bauder *et al.* 2004).

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Toprak Bölümünün deneme araştırma arazisindeki Entisol toprak grubuna giren homojen özelliklere sahip alanda arazi şartlarına göre kurulmuştur. Damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama sistemlerinin uygun şekilde (Güngör vd 1996) tesis edilmesiyle oluşturulmuş denemede, bu sulama yöntemlerinin etkili kök derinliği boyunca profil içerisindeki  $NH^+4$  ve  $NO^-3$  hareketi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmayla elde etmek istediğimiz sonuç damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama yöntemlerinin  $NH^+4$  ve

NO<sub>3</sub> hareketi üzerine etki bakımından farklılıklar gösterip göstermediğini ortaya koymak ve gübreleme-sulama ilişkisinin, uygulamaya dönük olarak elverişli şekilde yapılabilmesine katkı sağlayabilecek değerler kazandırmaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

A.B.D. tarım topraklarında yıkanma ile yılda hektara 26 kg azotun kaybolduğu tahmin edilmiştir. Bu miktar, ürün ile hektar başına kaldırılan 28 kg'lık azota yakındır (Allison 1955).

Steward and Eck (1958), Toprakta farklı rutubet seviyelerinde nitrat iyonunun hareket derecesini tayin etmek amacıyla yapılan bir çalışmada nem miktarı arttıkça nitratın alt katlara hareketinin de arttığı sonucuna varmışlardır.

Bredakis and Steckel 1963, yedi çeşit azotlu gübre ile ince kumlu tınlı bir toprakta yıkanabilir azot miktarı ile ilgili olarak yapılan bir araştırmada söz konusu toprak iki kısma ayrılarak her birine farklı kireçleme materyali uygulanmıştır. Azotlu gübreler toprakla iyice karıştırılarak bucher honisine yerleştirilmiş ve oda sıcaklığında deneme boyunca muhafaza edilmiştir. Topraklar tarla kapasitesinde tutulmuş ve belirli zaman aralıklarında saf su ilave edilerek yıkanmışlardır. İlk üç hafta sonunda amonyumsülfat azotunun büyük bir kısmının yıkandığı ve üreden yıkanabilen azot miktarının ise amonyumsülfat'dan biraz daha az olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni, ürenin hidroliz ve nitrifikasyonunun gecikmesine atfedilmiştir.

Herron *et al.* (1968), nitrat azotunun topraktaki hareketini araştırmış, azotca zengin toprak profiline fazla nitrojenli gübre verdikleri zaman nitrat nitrojenin iki metre derinliğe kadar yıkandığını tespit etmiştir.

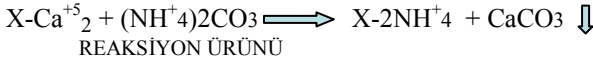
Krause (1968) , kumlu bir toprağa sonbaharda amonyum nitrat gübresi vermiş ve amonyum iyonunun nitrat iyonuna oranla çok az yıkandığını tespit etmiştir. Bu araştırmacı diğer taraftan, topraktan yıkanan nitratın başlangıçta çok fazla olduğunu ve daha sonra azaldığını kaydetmiş ve kaybolan nitrat miktarındaki ikinci bir artışın gübredeki amonyumun nitrifikasyona uğrama hızı ile ilgili olabileceğine işaret etmiştir.

Ergene (1979)'nin Tisdal and Nelson (1956)'a atfen bildirildiğine göre nitrifikasyon optimum şartlar altında (nötre yakın toprak reaksiyonu, iyi havalanma, tarla kapasitesine yakın toprak nemi, 35 °C sıcaklık ve uygun besin elementleri) süratle cereyan eder.

Hargova vd (1977), kireçli (%25 CaCO<sub>3</sub>) bir toprakta yetiştirilen buğdaygil yem bitkisine artan dozlarda amonyum sülfat (AS) ve amonyum nitrat (AN) gübresi uygulayarak yaptıkları iki yıllık bir tarla denemesinde AS ve AN gübrelerinden uygulanan saf azotun %'si olarak meydana gelen NH<sub>3</sub>-N kaybının birinci yıl sırayla %40-41 ve %3-10 ; ikinci yılda ise %31-45 ve %4-9 arasında değiştiğini, ikinci yılda birinci yıla göre daha farklı ve düşük kayıp oranını farklı iklimsel verilere bağlamıştır. Bunun yanında amonyumla azot kaybının artışı ot verimini ve bitkinin topraktan kaldırdığı azotu düşürdüğü belirlenmiştir.

Sağlam (1979), asit ve alkalın reaksiyonlu topraklar üzerinde laboratuvar ve sera şartlarında yürüttüğü çalışmada amonyak şeklindeki azot kayıplarının üzerinde çalışılan topraklarda %6,6-77,6 arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacı denemede kullandığı üre, amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübrelerinden NH<sub>3</sub>-N şeklinde meydana gelen azot kayıplarının ortalama olarak %50,5, %45,8, %34,3 olduğunu saptamıştır

Fenn and Miyamoto (1981), ürenin yüzeye serpilerek uygulanması yerine sadece birkaç mm toprak derinliğine karıştırılmasının NH<sub>3</sub>-N kaybının önemli düzeyde önüne geçtiğini saptamıştır. Bunun sebebi karıştırma uygulaması sırasında adsorbe edilmiş olan Ca ile üre veya hidroliz ürünlerinin reaksiyon göstermesi olarak belirtmiştir.



Craig and Wollum (1982), tarla şartlarında yaptıkları bir araştırmada uygulanan üreyi sadece ıslatıp toprağın belli bir derinliğine indiremeyen yağış düzeyinin (<15mm) NH<sub>3</sub>-N kaybının azalmasına değil NH<sub>3</sub> gazı uçuşu şeklinde azot kaybını artırdığı sonucuna varmıştır

Malzer and Graff (1982), Rosen (1992), değişik yıllarda yaptıkları çalışmalarda; azotlu gübre uygulamasının bitki gelişiminin farklı dönemlerinde ve farklı miktarlarda yapılmasını mısır ve patates bitkileri üzerinde denemişlerdir ve şu sonuçlara varmışlardır:

-Malzer and Graff, (1982) üç yıllık bir denemede 17 kg azot/dekar/yıl azot gübrelemesini 4 tekrarlı olarak (Ekim zamanı + 8 yaprak + 12 yaprak + püskül) farklı miktarlarda (1/6, 1/6, 3/6, 1/6 kısmı dört gübreleme) uyguladığında toplam

136,18 bushel/dekar ürün elde ederken , aynı miktardaki gübreyi ekim zamanı tek sefer uyguladığında 109 bushel/dekar ürün elde etmiştir.

-Rosen (1992) Patates yetiştirilen bir denemeye 200 lbs/ac azotlu gübreyi 1/5'lik kısımlarda beş farklı yetiştirme döneminde uyguladığında yaklaşık 10 ton/da ürün elde etmiştir.Aynı denemede 240 lbs/ac azotlu gübreyi üç kısımda vermiş, ancak 9.9 ton/da ürün elde etmiştir.

- Bitki gelişim döneminde farklı periyotlarda azotlu gübrelemenin parçalara ayrılarak ve özellikle bitki azot alımının en fazla olabileceği dönemlerde uygulanması ürün artışını teşvik etmektedir. Aynı zamanda gübrelemenin parçalı olarak uygulama tekrarının artırılması uygun bitki alım zamanı da değerlendirildiğinde verilecek azot miktarını da azaltmaktadır.

Catpoole *et al.* (1983), tarla şartlarında yaptıkları çalışmalarda , toprak yüzeyine uygulanan gübrelerden meydana gelen  $\text{NH}_3\text{-N}$  kaybının gübre uygulama zamanında, toprağın nem miktarının tarla kapasitesi veya yakınlarına getirildiği durumlarda gerçekleştiğini, nem içeriğinin azalmasıyla  $\text{NH}_3\text{-N}$  kaybının da azaldığını, toprak kuru ise kuru gübre granüllerinin çözünmesinin çok az veya hiç olmaması ve  $\text{NH}_3$  volatilasyonu için gerekli olan biyolojik ve kimyasal reaksiyonların çok yavaş veya hiç vuku bulmaması nedeniyle  $\text{NH}_3\text{-N}$  kaybının da çok düşük veya hiç olmadığı saptanmıştır. Öte yandan aynı araştırmacılar yağışın azot kaynağını toprak profili içerisine taşımamasından dolayı  $\text{NH}_3\text{-N}$  kaybını engellediğini ancak  $\text{NH}_3\text{-N}$  kaybını önemli düzeyde önlemek için gerekli olan yağış miktarının tamamen toprak özelliklerine bağlı olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca söz konusu araştırmacılar yağış veya sulamadan sonra yüksek sıcaklığın etkisiyle toprak yüzeyinin hızla kuruması esnasında azotlu gübrelerden  $\text{NH}_3\text{-N}$  kaybının çok fazla olduğunu bulmuşlardır.

Barracloolough *et al.* (1984), etiketlenmiş ( $15\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) amonyum nitratın 250,500,900kg/ha dozlarını kullanarak üç yıl boyunca yürüttükleri lizimetre çalışmalarının sonucunda uygulanan dozlardan sırayla %0,14, %3,1, %18,1 oranındaki azotun toprakta kaldığını tespit etmişlerdir. Üç uygulamadan sırasıyla %9,%39, %75'inin nitrat formunda olduğunu rapor etmektedir.

Kacar (1984), topraktan yıkanan azot miktarı üzerine toprak, iklim bitki gibi çeşitli etmenler etki etmektedir. Yıkanan azotun yaklaşık %99'unun  $\text{NO}_3^-$  formunda, geriye kalan azotun ise %1'den azı amonyum halinde ve nitritinde eseri miktarda olduğu görülmüştür

Paniktim *et al.* (1984), podzolik topraklar üzerinde amonyum ve üreden 150 kg N (tabana süperfosfat ve potasyum klorür uygulayarak) verip yemlik mısır yetiştirdikleri lizimetre denemelerinde azotun yıkanarak kaybolması üzerine yağışın direk etkili olduğunu belirtmişlerdir. Toprağın nitrat kaynaklarının çoğu (%90-98) bu yolla uzaklaşmaktadır.

Ayyıldız vd (1986), Şanlıurfa Harran Ovasında uygulanabilecek sulama teknolojilerinin saptanabilmesi amacıyla 1986 yaz döneminde yerinde yapılan incelemeler ve araştırmalar sonucunda sulama, arazi ıslahı ve drenajla ilgili olarak öneriler getirmişlerdir:

-Çalışmalarla göre yüzey sulama yöntemlerinin bölgede rahatlıkla uygulanabileceği yargısına varılmıştır. Rüzgar hızı ve buharlaşmanın yüksekliği bölgede yağmurlama sulama yönteminin ancak özel problemler alanların sulanmasında kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

-Ovanın topoğrafik yapısı ve toprak özellikleri ile uygulanacak sulama yöntemine göre açık ve kapalı drenaj sistemlerinin tesisine ve zorunlu durumlar dışında açık drenaj sistemlerinin uygulanmasına ağırlık verilmesi uygun görülmüştür.

-Bölge çiftçisinin sulu tarım bilgisinin hiç olmaması nedeniyle bölgede iyi organize edilmiş bilgili ve deneyimli teknisyen ve mühendislerden oluşan etkin çiftçi eğitim örgütünün kurulması zorunlu görülmüştür.

Yıldırım ve Selenay (1988), Şanlıurfa Harran Ovasında sulama yapılan alanlarda 5 farklı yerde çift silindir infiltrometrelerle ve karıklara giren ve çıkan suyun ölçülmesi yolu ile infiltrasyon testi yapmıştır. Bu testlerden elde edilen veriler USDA-SCS yöntemine göre değerlendirilerek tava ve karık sulama yöntemleri için maksimum akış uzunlukları ve dolayısı ile de sulama doğrultusunda göz önüne alınabilecek tava ve karık uzunlukları saptanmıştır. Sonuçta, uygun tava ve debisinin seçilmesi koşullarına 50-400 m , uzun tava ve 100-400 m uzunluk verilebileceği belirlenmiştir. Bu değerlere göre yüzey sulama yöntemlerinin ekonomik olarak uygulanabileceği belirtilmiştir.

Tekinel ve Kanber (1989), pamuk bitkisinin sulanması ile ilgili olarak yaptıkları bir çalışmada ,ıslatılan toprak derinliği azaldıkça ve seyrek sulama yapıldığında bitkinin suyu daha derinlerden almak eyleminde olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca genel olarak bir bitkinin ekiminden sonraki ilk 45-50 günlük döneminde bitkinin tükettiği suyun yaklaşık %70-80 lik kısmını toprağın ilk 30 cm lik kısmından karşıladığını belirtmişlerdir. Daha sonraki dönemlerde ise tüketilen toplam suyun %90 ının toprağın 60 cm lik katmanından kullandıklarını belirtmişlerdir. Daha ileriki dönemlerde daha alt katmanlardan su eksilişi olacağını bildirmişlerdir.



Küçükkoça (1989)'ya göre ,nitratın topraktan yıkanması; toprağın yapısına, yağış veya sulamalar ile nitratlı gübrelerin uygulama zamanına bağılıdır. Kumlu topraklarda bir günde 25 mm'lik bir yağış veya sulama ile nitrat azotunun günde 15-20 cm'lik bir derinliğe kaydığı bildirilmiştir.

Usta (1989), ahır gübresi verilen bir kahverengi toprakta  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NH}_4^+$  iyonlarını profilde izlemiş bazı iklim faktörlerini de dikkate alarak (yağış, sıcaklık) 100 cm derinliğe kadar miktar değışikliklerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda: Kış yağışlarının miktarı toprakta biriken ve ilkbaharda belirlenen nitrat ve amonyum miktarları üzerinde etkili olmaktadır. Genellikle gübrelenen parsellerde daha yüksek amonyum ve nitrat miktarı belirlenmekle birlikte, muhtemel bitki alımı nedeniyle kontrol parselleri ile aralarında büyük farklar belirlenmemiştir. Profilin üst horizonlardaki amonyum ve nitrat miktarı, genellikle derinlere doğıru azalma göstermektedir.

Pradhan (1991), farklı derecelerde erozyona uğramış topraklarda azotlu gübrelemeden yararlanma derecesini artırabilmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırma Gri Luvisol (Cooking Lake) ve Siyah Çernozem (Josephburg) olmak üzere bu toprak gruplarının yer aldığı iki farklı sahada gerçekleştirilmiştir. Deneme parselleri (0)-(0-10) ve (0-20) cm derinliklerde yapay oluşturulmuş oyuntuların var olduğı 3 farklı erozyon derecesi gözlemlenmiştir. Deneme parsellerinde 2 yıl arpa yetiştirilmiştir. Gübreleme materyali olarak N-15 tekniğı ile etiketlenmiş  $\text{KNO}_3$  ve etiketli olmayan olmayan üre kullanılmıştır. İkinci yıl kayba uğrayan azot, işaretli olmayan  $\text{KNO}_3$  ve işaretli olmayan üre ile tekrar takviye edilmiştir. Yağışlar kaydedilmiş ve ilk yıl ortalama 277 mm 2. yıl ise yaklaşık 150 (1.saha)-200(2. saha) mm civarı yağış kaydedilmiştir. Yapılan değıerlendirmeler sonucunda kayba uğrayan (yıkanma –gaz halde) azot miktarının bitki ihtiyacı olan miktardan bile fazla olduğı kaydedilmiştir. İlk yıl ortalama Gri Luvisol sahadaki parsellerden işaretli N-15 in %14,38 i , Siyah Çernozem sahadaki parsellerin işaretli N-15 inde ise yaklaşık %38,53 kayıp oluşmuştur. İkinci sahadaki arazilerde su doygunluğundan kaynaklanan denitrifikasyon-gaz halde azot kaybının da etkisi olmuştur. Kayba ilk yıl uğrayan miktar azot bahsedilen 2. yıl gübrelenmesi ile ilave edilmiştir. Toprağın yüzeyden itibaren 75 cm lik profil kesitinde iki yıl sonunda şu sonuçlar elde edilmiştir:Arazilerin ürün yetiştilmediğı kullanılmayan döneminde azot toprağın ilk 15 cm lik kısmında kalmıştır. Yetiştirme döneminde ise farklı kademelere sahip oyuntuların derece artışına paralel olarak artış göstermekle birlikte ve özellikle siyah çernozem gruba ait sahadaki deneme parsellerinde verilen azot 60-75 cm derinlere yıkanmıştır. Yıkanma en fazla nitrat azotu şeklinde olmuştur.

Güngör vd. (1992) laboratuarda hazırlanan toprak kolonlarına farklı miktarlarda tuz içeren yıkama sularının uygulanması ile toprak kolonlarında oluşacak iyon değişimlerinin saptanması amaçlanmıştır. Araştırmada farklı kalitedeki yıkama sularının oluşturulması için üç farklı elektriksel iletkenlikte (1000 micromhos/cm, 2000 micromhos/cm ve 4000 micromhos/cm), 2 farklı sodyum adsorbsiyon oranında (SAR:5 ve 15), üç farklı Ca:Mg oranında (1:3, 1:1 ve 3:1) yıkama suları hazırlanarak iki farklı derinlikte (20 ve 40 cm) toprak kolonlara uygulanmıştır. Araştırmada ayrıca saf suyun uygulandığı toprak kolonları da oluşturulmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre ;

-Kalitesi iyi olmayan yıkama sularının uygulandığı topraklardaki iyonların azalma miktarları, düşük düzeylerde bulunmuştur.

-Yıkama suyu miktarı ve kalitesi, topraktaki kalsiyum, magnezyum, sodyum potasyum, bikarbonat, klor, sülfat iyonlarının değişiminde oldukça etkili olmuştur.

-İyi kalitedeki yıkama sularının topraktaki tuzluluğu başlangıç değerine göre %70 azalttığı, kötü kalite suların ise tuzluluğu %50 arttırdığı saptanmıştır.

Scokart *et al.* (1992)'de kumlu ve kumlu tınlı topraklarda üç yıl (1988-91)üçlü münavebe (buğday, arpa, mısır) uygulanarak lizimetre denemeleri ile yıkanmayla kaybolan nitrat miktarı belirlenmeye çalışılmış, bütün ürünlere standart olarak sırasıyla 150, 154 ve 135 kg/N/ha dozunda azot uygulanmış ve yine sırasıyla dozlar artırılarak bütün bitkilere 234, 190 ve 162 kg azot uygulanmıştır. Nitrat kayıpları bütün ürünlere kumlu tınlı topraklarda tınlı topraklara göre kıyasla daha fazla olmuş ayrıca artırılarak uygulanan azot dozları kaybı daha fazla artırmıştır. Tınlı toprakta en yüksek kayıp buğdayda (39-55 kg/ha) meydana gelmiştir. Kumlu tınlı toprakta ise en yüksek kayıp mısırdaki (66-104) vuku bulmuştur(Scokart vd 1992).

Usta vd. (1992)'da sıcaklık ve suyun çeşitli azotlu gübrelerin hidrolizi ve nitrifikasyonu üzerine etkisini araştırmak amacı ile Orta Anadoludan alınmış bir Kahverengi toprak örneğine üre, amonyum sülfat ve potasyum nitrat gübreleri verilerek, değişik sıcaklık ve su düzeylerinde inkübasyona bırakılmış ve  $\text{NH}_4^+$ - $\text{NO}_3^-$  azotları izlemiştirlerdir. Üre azotunun hidrolizine özellikle suyun çok etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Sıcaklığında etkisi ile  $\text{NH}_4^+$  formuna dönüşen üre azotu süratle nitratlaşmıştır. Amonyum sülfat toprakta sıcaklık ve nem artışına bağlı olarak kısa sürede nitrifikasyona uğramıştır. Bu arada sıcaklık ve su miktarının da artması ile bir miktar amonyumun fiske olduğunu belirtmişlerdir. Tüm uygulamalarda bir miktar azotun eksilmesini, azotta gaz halinde kayıpların olduğuna bağlamaktadırlar. Sıcaklık ve su miktarındaki artışa paralel olarak kontrol toprağında, azot mineralizasyonu ve nitrifikasyon artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Babier (1993), A.B.D. 'nin Nebraska eyaletinde bir "ince tekstürlü Vadese toprağındaki nitrat-N hareketi" üzerine yapmış olduğu bir çalışmada; 5 ayrı noktaya değişik miktarda gübreleme yapmış ve NO<sub>3</sub> -N hareketini incelemiştir. Sonuç olarak ve NO<sub>3</sub> -N'nun "dikey taşıma oranı" 76 cm/yıl olarak bulunmuştur. Bu değer kurak bölgedeki ince tekstürlü Vadese toprağındaki değer ile karşılaştırıldığında, ve NO<sub>3</sub> -N'nin dikey olarak taşınması için "sürücü kuvvetteki yağış" 66 cm/yıl olarak ortaya çıkmıştır.

Thoun *et al.* (1993), toprak azotunun yıkanma ile kaybını belirlemek amacıyla yapılan tarla denemelerinde amonyum ve nitrat şeklindeki azot kayıpları drenaj sularının analizi ile belirlenmiştir. İnorganik azot konsantrasyonu mısırın yetişme döneminin ortalarında minimum seviyede bulunurken ilk yetişme dönemi ve olgunluk dönemlerinde iki kez maksimum seviyeye çıkmıştır. En yüksek konsantrasyon olarak litrede 8 mg N tespit edilmiştir. Azotlu gübrelerin fazla kullanılması mahsl verimini artırabilir fakat bu şartlarda %35 lere varan yıkanma kayıpları meydana gelebilir.

Başer (1992), bir kolon denemesinde Güneydoğu Anadolu (GAP) bölgesinde farklı tekstrller içeren bazı toprak gruplarında değerlişik su düzeylerinde amonyum ve nitrat iyonlarının hareket ve dağılımlarını incelemek için laboratuarda bir çalışma yapmıştır. Uygulanan su miktarı arttıķça gübredeki nitrat azotunun hareketinin de arttığı, profilin daha alt tabakalarına inerek derinliklerde dağıldığı ve biriktiği, ancak tekstrlleri, tarla kapasiteleri aynı tekstürdeki toprakların kil miktarlarındaki farklılıklar hareket eden nitrat azot miktarının az veya çok olmasında etkin rol oynamıştır.

Öztürk ve akmak (1996), su kalitesinin uygun olmadığı (tuzluluk açısından) koşullarda farklı sulama yöntemlerini değerlendirmişlerdir:

-Karık sulama yönteminde toprağın tamamı ıslatılmamakta bu nedenle bitki-su teması olmadığı için bitkinin sağlığı korunmaktadır. Ancak kök bölgesi ıslatılmayan yüzeylerde aşırı tuz birikmesi nedeniyle tuzluluk zararı görülmektedir.

-Yağmurlama sulama yöntemi yüzey sulama yöntemlerine göre su kalitesinden daha çok etkilenen bir yöntemdir. Bu yöntem tuzu kök bölgesinden aşağıya doğru uzaklaşması ve sık sulama yapılabilmesi nedeniyle uygun bir yöntem olmasına karřılıķ, bitkilerin toprak üstü aksamının ıslatılması nedeniyle bitkide oluşabilecek tuz yanıkları ya da fitotoksit etkiler nedeniyle istenmeyen bir yöntemdir

-Damla sulama yöntemi kötü kaliteli su kullanımında en uygun yöntemdir. Yöntemin diğer yöntemlere göre tek dezavatağı ilk yatırım maliyetinin yüksek

oluşudur. Bu yöntemde kök bölgesinde ki su, hava, bitki besin maddelerinin optimum düzeyde tutulması nedeniyle yüksek verim elde edilir. Yöntemde sulama randımanı çok yüksektir, bitki-su teması söz konusu değildir, su iletim kaybı olmadığı gibi minimum derine sızma söz konusudur. Diğer basınçlı sistemlere göre daha az enerji gerekmektedir.

Sonuç olarak sulama yöntemleri içerisinde, ilk yatırım maliyetinin yüksekliği ve yalnızca sıraya ekim yapılabilen bitkilerde kullanılabilmesi dezavantajı olması dışında kötü kaliteli sulama suyu kullanımında en uygun yöntem'in damla sulama yöntemi olduğu tespitinde bulunmuşlardır.

Öztürk ve Çakmak (1996), su kalitesinin uygun olmadığı sularla sulama yapılması durumunda tohum yatağı çevresindeki tuz birikimi açısından sulama sistemlerini değerlendirmişlerdir:

-Yağmurlama ve tava sulama yöntemlerinde yüzeyden uygulanan sulama suyu, tuzları yıkayarak aşağı katmanlara uzaklaştırdığı için tohum yatağı açısından bir tehlike söz konusu değildir.

-Damla sulama yönteminde de su doğrudan tohum yatağına verildiği için tuzlar tohumdan dışarı doğru bir çeper oluşturacak şekilde uzaklaşır. Yani tohum emniyetli bir şekilde çimlenebilir.

-Karık sulama yönteminde su karık içinden uygulandığı için tuz birikmesi söz konusudur. Eğer tohumlar sırtlara tuz birikiminin olduğu noktalara ekilirse, yüksek tuzluluk düzeylerinde çimlenme olmayabilir tespitinde bulunmuşlardır.

Siltli tın ve killi tın toprakta domates yetiştirerek, amonyum nitrat, amonyum sülfat, kireçli amonyum nitrat, üre ve potasyum nitrat gübrelere 0,4,8,16,32 kg N/da seviyelerini uygulayan Karaman ve Brohi (1996), domatesin verim ve bazı kalite özellikleri ile toprak profilinde nitrat yıkanmasını araştırmışlardır. Hasat sonrasında, 100 cm'lik toprak profilinin her 20 cm lik katmanlarındaki nitrat konsantrasyonlarını tespit eden bu araştırmacılar, en fazla nitrat yıkanmasına amonyum sülfat gübresinin 32 kg/da seviyesinin sebep olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, 0-20 cm lik katta nitrat konsantrasyonu siltli tın toprak için 11,45 ppm, killi tın toprak için 12,60 ppm iken 80-100 cmlik katmanda siltli tın toprak için 9,00 ppm killi tın toprak için 1.22 ppm olarak bulunmuştur.

Sattell vd. (1999) Oreon kenti batısında yaptıkları bir çalışmada geniş alanlarda tahıl yetiştirilen arazilerdeki azot yıkanmasını çok yüksek bulmuşlar ve yıkanmanın azaltılabilmesine yönelik sonuçlar elde ederek tavsiyelerde bulunmuşlardır. Bu değerlendirme şu şekildedir:Nitrat yıkanmasının önüne geçebilmek için azotlu gübre uygulamalarının, tahıl yetiştirilen ve bitki ile kaplı tarım arazilerine bitkinin azot alımının maksimum olduğu dönemlerde yapılmalı

ve bu dönemde topraktan aşağı doğru su hareketi ve sızmanın yüksek değerlerde olmaması gerekli. Nitrat yıkanmasının engellenmesi için ürün büyümesindeki azalmaya tolerans göstermek sureti ile bitki alımının düşük, yağışların ise yükseldiği dönemlerde (eylül) azotlu gübreleme yapılmamalı şekilde tespitlerde bulunmuşlardır.

David *et al.* (2001) Mevsimlik çiçek yetiştiriciliğinin yapıldığı seralarda damla sulama ve üstten başlıklı mikro yağmurlama (overhead) sistemlerinin toprak kolonunda nitrat yıkanmasına etkisi araştırılmıştır(U.S.A). İki yetiştirme periyodu ve uzantıları olan kış dönemlerine yayılmış olan bu çalışma da üstten başlıklı mikro yağmurlama (overhead) sisteminde sisteme su girişi %69 , damla sulama sisteminde ise %80 olarak gerçekleşmiştir. İnceleme sonuçlarına göre derine sızan sudaki nitrat konsantrasyonu zaman zaman USEPA standardı olan 10 mg/L düzeyini bile aşarak 26 mg/L seviyelerine kadar ulaşmıştır. Üstten başlıklı mikro yağmurlama (overhead) sisteminde yıkanarak kayba uğrayan nitrat miktarı 51.8 kg/yıl, damla sulama sisteminde ise yıkanarak kayba uğrayan nitrat miktarı 60.5kg/yıl bulunmuştur. Bu değerlere göre nitrat kayıpları açısından damla sulamaya göre üstten başlıklı mikro yağmurlama (overhead) sistemi daha avantajlı bulunmuş ve önerilmiştir.

Wright *et al.*(2002) birkaç yıldır Minnesota ve civarında yerel olarak kullanılmaya başlanan (chemigation system) bir sulama-gübreleme sistemi üzerinde çalışmışlardır. Bu sistem özellikle kaba tekstüre sahip, sulamanın yapıldığı alanlarda azot yıkanmasının önüne geçmek ve bitki alımını maksimuma çıkarmak için uygulanan azotun çözelti halinde sulama suyuna enjekte edilerek ve bitki gelişme periyotlarında kısım kısım verildiği bir sistemdir. Bu sistemde azotun alana üniform olarak dağılımı sağlanırsa şu avantajların sağlanacağı belirtilmiştir:

- Azotun bitkiler tarafından alım oranı artırılabilecek
- Azot yıkanması azaltılacak, dolayısıyla su kalitesinin ve çevrenin korunması sağlanacak
- Ürün verimi artırılırken kaybı önlenmiş azot sayesinde gübre tasarrufu sağlanmış olacak ve ekonomik avantaj sağlanmış olacaktır.

Bauder *et al.* (2004) bildirdiğine göre azotlu gübreleme-sulama ilişkisine yönelik çalışmaların artırılması ürün yetiştiriciliği için gereken gübreleme ve sulama miktarlarını ve dolayısıyla bu giderlerden kaynaklanan masrafları azaltacaktır.

- Sulama-gübreleme yönetiminin iyi olması nitrat yıkanmasını önler, ürün verimini artırır ve karlılık açısından devamlılık sağlanmış olur.
- Sulama-gübreleme ilişkisi ile ilgili çalışmalar sayesinde su kalitesinin korunması sağlanmış olur.

-Düşük sulama bunun yanında eksik azotlu gübreleme ile tipik azot noksanlıklarına rastlanılabılırken, iyi bir sulama-gübreleme rejimi sayesinde benzer şartlardaki tarlalara göre daha az azotlu gübreleme imkanı sağlanabilir

Dauden *et al.*(2004) yaptıkları çalışmada;hayvan gübresi uygulanan ve sulamalı intensiv (yoğun) tarım yapılan bir alanda azot kaybı ve nitrat yıkanması hakkında bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmayla 50-100-200 Mg/ha hayvan gübresi dozları ve 275 kg N/ha mineral azotlu gübreleme uygulanan kontrol muamelesi şeklindeki uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Lizimetre yöntemi ve drenaj suyundan nitrat analizleri ile yıkanma miktarı hakkında bilgi sahibi olmaya çalışmışlardır. Düşük ve yüksek seviyeli iki kademeli sulama yapılmıştır.

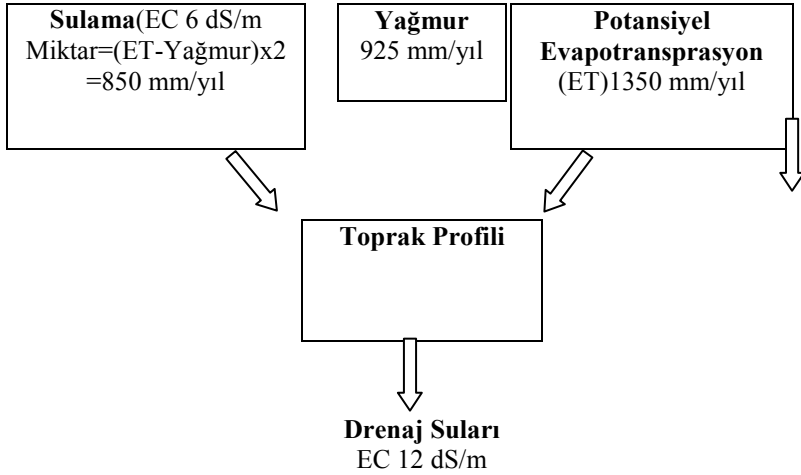
-Düşük kademede yapılan ilk iki sulamada 200 ve 100 Mg hayvan gübresi uygulanan alanların drenaj suyunda sırası ile 145-69 mg/L lik nitrat değerine rastlanılmıştır. Bu durum hayvan gübresindeki amonyumun ne kadar hızlı bir şekilde nitrata dönüştüğünü göstermiştir.

-Kontrol parsellerinde 275 kg N/ha lık dozlara ilave edilen her 10 kg N/ha lık ilave drenaj suyunda 0,69 mg/L (4,6 kg/ha) lık artış oluşturmaktadır.

-Sulama suyundaki herhangi bir artışın nitrat yıkanmasını %65'in üzerine çıkartmadığı belirtilmiştir.

McDonald *et al.* (2004), Avustralya, Queensland'in güneybatısında Logan River civarında,kahverengi mezotrofik ve haplik dermosol özelliklerdeki, üst toprak katman; kumlu ve permeabil, B horizonu; (60 cm) daha az permeabil , kumlu kil katmanlarından oluştuğu sahada bir araştırma yapmışlardır:

-Kentsel ve endüstriyel atık suların ve bu suların kirlettiği sahaların ıslahı ve regreasyonla kazanımının pahalı yöntemler gerektirdiği belirtmişlerdir. Bu koşulların ortama fayda sağlayabilecek geri dönüşümü için, tuza, bu ortam koşullarına dayanıklı bitkilendirme ve bu atık suların sisteme dahil edileceği uygun sulama sistemlerinden oluşturulmuş ıslah yöntemi (agroforest sistem)denenmiştir. Bu sistemde hedeflenen temel amaç atık su bünyesindeki azotu uygun bitkilerin alımı ile doğaya tekrar bitki azotu şeklinde kazandırabilmektir. Bitki olarak tuza, suyla doymuş şartlara dayanıklı olmasından dolayı eucalyptus moluccana ve eucalyptus tereticornis ve bu ağaç deseninin altına Rodos çimi (chloris gayana) uygulanmıştır. Sulamada kullanılan atık suyun tuzluluk değeri EC:6 Ds/m dir. Mart 2001 de başlatılan bitki ekiminde ilk önce yağmurlama başlıklı (overhead) örtüş sağlanmış 2003 Ağustos döneminde ağaçaltı yağmurlaması devam ettirilmiştir. Deneme sahasına yıllık atık su ile yapılan sulama miktarı 850 mm/yıl dır. Sahaya yıl içersinde 925 mm/yıl yağış kaydedilmiştir. Ortam tuzluluk değerleri, sisteme verilen su miktarları aşağıda verilmiştir.



Ortam tuzluluk değerleri, sisteme verilen su miktarları

Sistem döngüsündeki azot kateerileri aşağıdaki gibi sembolize edilmiştir;

$$N_{\text{sulama}} + N_{\text{yağmur}} = N_{\text{bitki alımı}} + N_d + N_y + N_v + N_{\text{denitrifikasyon}} + N_s$$

$N_{\text{sulama}}$  = Atık su ile yapılan sulama suyu bünyesindeki azot = 4,675 kg N/ha/yıl

$N_{\text{yağmur}}$  = Yağmur suyu ile sisteme giren az miktardaki azot = 1.55 kg N/ha/yıl

$N_{\text{bitki alımı}}$  = Bitki bünyesine alınan azot = 1,090 (700 okalüptus + 390 çim) kg N/ha/yıl

$N_d$  = Derinlere sızarak kayba uğrayan azot

$N_y$  = Yüzey akışla kaçan azot  $N_d + N_y = 3,196$  kg N/ha/ yıl

$N_v$  = N volatilizasyon ile kayıp = 390 kg N/ha/yıl

$N_s$  = Toprakta depolanma

Azot, sisteme giriş ve kayıplar açısından yukarıda verilen miktarlarda hareketlilik göstermiştir. Yukarıdaki verilerden de anlaşıldığı gibi azotun en büyük kısmı derinlere sızarak yıkanmıştır. Yıkanan nitrat miktarı Anzecc (1992) de belirtilen standartları aştığı için denemenin sonucu olarak sistem sürdürülebilir bulunmamış, ancak daha sonraki değerlendirmeler için sızmanın engellenebilirliğinin sağlanması durumunda 1,090 kg N/ha/ yıl bitki azotu ile geri kazanımın olumlu bir netice olduğu bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Toprak

Deneme Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nün araştırma-deneme sahasında bulunan Entisol toprak grubuna ait sahada oluşturulmuştur. Toprağın özellikleri (Çizelge 3.1.)'de verilmiştir.

Çizelge.3.1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Derinlikler			
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	60-80 cm
% kum	26.9	27.9	29.9	36.9
% silt	30.4	30.4	37.7	33.4
% kil	42.7	41.7	37.7	29.7
Tekstürel sınıf	C	C	CL	CL
% saturasyon	77	69	68	59
Hacim ağırlığı	1.36	1.37	1.37	1.32
RAM	7.98	7.68	7.54	6.91
Tr	38.62	38.57	36.86	31.78
Sr	19.06	19.88	18.52	14.42
pH	7.8	7.81	7.81	7.81
% tuz	0.083	0.098	0.098	0.119
Yüzey Katmanı (0-20)				
% org. madde	2.04			
% kireç	5.2			
İnfiltrasyon kapasitesi	1 cm/h (Başkan vd. 2000)			

##### 3.1.2. Sulama yöntemleri

Damla sulama yöntemlerinin tesis edilmesinde, aralık mesafesi Güngör vd. (1996)'da açıklandığı şekilde uygulanan, debi miktarı sahadaki ölçümlerle belirlenmiş ve fabrika katalog değerlerinin karşılaştırmalı kontrolü ile (basınç-debi) belirlenen debi ayarlı on line damlatıcılar kullanılmıştır.( Çizelge 3.2)



Çizelge 3.2. Damla sulama yöntemine ait damlatıcıların fabrika katalog ve uygulama değerleri

Fabrika Katalog Değerleri				Uygulanan Değerler	
Klik	0,5 (bar)	1 (bar)	1,5 (bar)	Klik	1 (bar)
	lt/h	lt/h	lt/h		
2	0,16	0,33	0,50		
8	9	14,40	18,24		
10	14,6	21,90	62,12		

Yağmurlama sulama yönteminin tesis edilmesinde, deneme parsellerinin dışının ıslatılmaması ve deneme parsellerinin içersinde homojen bir sulamanın gerçekleştirilebilmesi amacıyla parsellerdeki debi ölçümleri ve fabrika katalog değerlerinin karşılaştırmalı kontrolü ile (basınç-debi) belirlenen açısı ayarlanabilir olan yağmurlama başlıkları (45°x4 adet/parsel) kullanılmıştır. (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Yağmurlama sulama yöntemine ait başlıkların fabrika katalog ve uygulama değerleri

Fabrika Katalog Değerleri				Uygulanan Değerler			
Basınç (bar)	Püskürtme Yarıçapı(m)	Püskürtme Açısı	Debi lt/h	Basınç (bar)	Püskürtme Yarıçapı(m)	Püskürtme Açısı	Debi lt/h
1-2	2,4-3,6	0°-360°	80-270	1,5	3	45°	200 50/ 45°

Karık sulama yönteminde gravimetrik toprak nemi ölçümleriyle belirlenen verilecek sulama suyu miktarları, karıklara hortumla ve her defasında debi ölçümü yapılarak verilmiştir.

### **3.1.3. Deneme bitkisi**

Denemede sulanan alanlarda yetiştirilebilen bir bitki olarak mısır bitkisi tercih edilmiştir(Kün 1997). Denemede Tarım Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Enstitüsünden temin edilen sertifikalı silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır.

### **3.1.4. Gübre**

Deneme parsellerinde sulama yöntemlerinin topraktaki hem  $\text{NH}_4^+$  hem de  $\text{NO}_3^-$  azotu hareketi üzerine etkisinin gözlemlenmesi amacıyla %33'lük amonyum-nitrat kullanılmıştır. Gübre kullanılmadan önce kalibre edilmiştir (Kacar 1972).

Ülgen ve Yurtsever'in (1995) mısır bitkisi için önerdiği miktardaki fosforlu gübre, tripl süperfosfat olarak verilmiştir.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Deneme düzeni ve denemenin kurulması**

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme arazisinde yer alan Entisol toprak grubuna ait tarlada tesadüf parselleri deneme desenine uygun bir şekilde üç konulu olarak tarla denemesi kurulmuştur (Alparslan vd. 1998). Denemede damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama yöntemlerine ait 3m x 3m boyutlarında parseller hazırlanmıştır(Şekil 3.1, Şekil 3.2.). Parseller arasında sulamanın birbirini etkilememesi için 1 m lik boşluklar bırakılmıştır. Denemede sulama yapılan tüm parsellere  $\text{NH}_4\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  gübrelemesi( 40 ppm lik  $\text{NH}_4\text{-N}$ , 40 ppm lik  $\text{NO}_3\text{-N}$  gübresi) ve mısır ekimi yapılmıştır. Deneme konuları üç tekrarlamalı olarak ele alınmıştır.

Damla sulama Gübreli	Yağmurlama Gübreli	Yağmurlama sulama Gübreli
Karık sulama Gübreli	Damla sulama Gübreli	Damla sulama Gübreli
Yağmurlama sulama Gübreli	Karık sulama Gübreli	Karık sulama Gübreli

Şekil 3.1. Deneme düzeni



Şekil 3.2. Deneme parsellerinin araziye uygulanması

Deneme parsellerinin rasgele seçilmiş 5 ayrı noktasından, sulama ve gübreleme işlemi yapılmadan önce 0-20, 20-40, 40-60, 60+ cm derinliklerinden tirbişon burğu ile toprak örnekleri alınmıştır ve usulüne uygun olarak bekletilmeden analize tabi tutulmuştur (Usta 1983).

Bu örnekleme topraktaki amonyum(  $\text{NH}^+4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}^-3$ ) değerlerinin arazideki varlığı hakkında ön bilgi edinilmesi ve seviyelerin homojenliğinin kontrolü amacıyla yapılmıştır.

Toprağın 0-20, 20-40, 40-60, 60+ cm derinliklerinden alınan örneklerin amonyum(  $\text{NH}^+4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}^-3$ ) azotu değerlerinin belirlenmesi uygun yöntemlerle yapılmıştır (Bremner 1965).

Ön analizlerden edinilen sonuçlara göre toprak bünyesinin farklı noktalarındaki amonyum ( $\text{NH}^+4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}^-3$ ) azotu değerlerinin araştırmayı etkileyebilecek farklılıklar göstermediği belirlenmiştir.

Amonyum ( $\text{NH}^+4$ ) ve nitrat ( $\text{NO}^-3$ ) hareketinin profilde izenebilmesi amacıyla 27-28 Haziran 2004 tarihinde, damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama parsellerinde bitkili koşulların oluşturulması amacıyla mısır ekimi yapılmıştır. Ekim Kün (1997)'e uygun olarak 25-30 cm sıra üzeri 60 cm sıra arası olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.3 ).



Şekil 3.3. Mısır ekiminin yapılması

Ekimi yapılan mısır bitkisinin ihtiyacı olan fosfor miktarı hesaplanmış ve gerekli miktar uygulanmıştır(Ülgen veYurtsever 1995). Tartımı yapılan tripl süperfosfat tohumla aynı banda verilmiştir.

İlk sulama tarihi deneme başlangıcı kabul edilerek,bu tarihten itibaren toprak profilinin 0-20, 20-40, 40-60, 60+ cm derinliklerinden ve her parselin 3 ayrı noktasından alınan örneklerdeki amonyum( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) azotu tayini yapılarak yarayışlı azot hareketi gözlemlenmiştir (Usta 1983).

#### Çizelge3.4. Deneme analiz ( $\text{NH}_4^+$ -N ve $\text{NO}_3^-$ -N) dönemleri planı

İlk sulamadan 15gün sonra	İlk sulamadan 30 gün sonra	İlk sulamadan 45 gün sonra	İlk sulamadan 75 gün sonra	İlk sulamadan 105 gün sonra
---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------

\*Ek bilgi edinilmesi, amonyum ve nitrat azotu hareketi hakkında daha detaylı bilgi edinilmesi amacıyla ilk sulamanın hemen sonrası (3.gün) ve ikinci sulamalar sonrası (6.gün) örneklemeler yapılması amacıyla, her sulama yöntemine ait tek parsel oluşturulmuştur.Bu değerler istatistik analizlerde kullanılmamıştır.

Böylece mısır bitkisi için bir vejetasyon dönemi boyunca sulamalara paralel olarak üç sulama yönteminin topraktaki amonyum ve nitrat hareketinin gözlemlenebilmesi hedeflenmiştir.

### 3.2.2. Uygulanan tarım tekniği

Parsellere amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) gübresinin, yüzeyden, homojen olarak serpme şeklinde ve tek seferde verilmiştir. Uygulanan gübre dozu, sulu koşullarda İç Anadolu Bölgesi mısır yetiştiriciliği için önerilen miktar olarak seçilmiştir (Ülgen ve Yurtsever 1995). Bu amaçla azotlu gübre, deneme düzeni kurulup ekim yapıldıktan sonra parsele 540 gr (80 ppm) olmak üzere %33 lük  $\text{NH}_4^+$  - $\text{NO}_3^-$  gübresinden serpme şeklinde yüzeye homojen dağıtılarak ve tek seferde verilmiştir.

Toprakta ekim öncesinde araziden alınan örneklerin 105 °C de sabit ağırlığa kadar kurutma fırınında bekletilmesiyle (Bayraklı 1987) bulunan nem değerlerinden yararlanarak, ilk 30 gün profilin 30cm lik kısmı, sonraki 30 gün ise profilin 60cm

lik kısmı tarla kapasitesine getirilecek şekilde sulanmıştır. Daha sonraki vejetasyon dönemlerinde toprağın yüzeyden itibaren 90 cm lik kısmı tarla kapasitesine getirilmiştir (Tekinel ve Kanber,1989). Bitkinin vejetasyon dönemleri ve toprağın tarla kapasitesine getirilen derinlikleri (Çizelge.3.5)'de verilmiştir.

Çizelge.3.5. Vejetasyon dönemleri ve sulanan toprak derinlikleri

Mısır Geliş. Periyotları	Zaman Aralığı	Süre (gün)	Sulama Deinliği(cm)
(0) Çimlenme-Çıkış	15-25 gün	0-30	30 cm
(1) Vejetatif Gelişme	25-40 gün	30-60	60 cm
(2) Çiçeklenme	15-20 gün	60+	90 cm
(3) Tane Oluşumu	35-45 gün		90 cm
(4) Olgunlaşma	10-15 gün		-

### 3.2.3. Sulama uygulamaları

Toprak profilinden elde edilen ilk nem değerleri (Çizelge 3.6) da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Toprak profilinden elde edilen başlangıç nem değerleri

Derinlikler	1.Paralel	2.Paralel	3.Paralel	Ortalama
0-20(cm)	9,72	10,78	9,56	10,02
20-40(cm)	17,99	17,968	16,97	17,64
40-60(cm)	15,74	18,012	17,55	17,1
60+(cm)	15,99	14,643	16,12	15,58

Toprağa uygulanacak ilk sulama suyu miktarının belirlenmesi için aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$d = \frac{(TK-SN)R_y}{100} \cdot \gamma_t D \quad (\text{Güngör vd. 1996})$$

d :Verilecek sulama suyu miktarı (mm)

P<sub>w</sub>:Tarla Kapasitesi-Solma Noktası (%)

$\gamma_t$  :Toprak hacim ağırlığı (g/cm<sup>3</sup>)

R<sub>y</sub>:Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı

TK: Tarla Kapasitesi (%)

SN: Solma Noktası (%)

D:Islatılacak alan derinliği (cm)

Sulama suyu miktarları; 30, 60, 90 cm toprak derinliğindeki mevcut nem tarla kapasitesine getirilecek şekilde yukarıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (Güngör vd. 1996). Hesaplamalar sonucu bulunan ilk sulama suyu miktarı **105.67mm** olarak bulunmuştur. Hesaplanan miktarlar 02-05-2004 tarihinde deneme parsellerine verilmeye başlanmıştır. (Şekil.3.4.)

Çizelge .3.7. Damla sulama yönteminde ıslatılan alan ve net sulama suyu miktarı

Damla Sulama Yönteminde Verilecek net Sulama Suyu Miktarı:	
Damlaticı aralığı= $0,9\sqrt{q/I}$	Islatılan alan %=100. $\frac{\text{dam. aralığı}}{\text{lateral aralığı}}$
$=0,9\sqrt{4/10}$	
$=0,569 \text{ cm}$	Islatılan alan %=100. $\frac{0,569 \text{ cm}}{60 \text{ cm}}$
q= damlaticı debisi	
I= infiltrasyon kapasitesi	
	<b>Islatılan alan =%95</b>

Deneme süresince damla sulama yöntemiyle yapılan sulamaların zaman ve miktarı Çizelge .3.8'de, karık ve yağmurlama yöntemiyle yapılan sulamaların zaman ve miktarı Çizelge .3.9'da verilmiştir.



Şekil.3.4. Sulamaların yapılması



Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemleri ile sulamalar toprağın yukarıda belirtilen derinlikleri için debi-basınç ölçümü esasına dayalı izlemelerle yapılmıştır (Güngör vd. 1996). Sulama suyu miktarları topraktan periyodik aralıklarla belirtilen derinliklerden alınan örneklerle nem tayini yapılarak belirlenmiştir ve sulamalar, damla sulama yönteminde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30 u tüketildiğinde (Çizelge3.8), yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinde ise kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50 si tüketildiğinde (Çizelge.3.9) yapılmıştır (Güngör vd. 1996).

Çizelge3.8. Damla sulama yöntemiyle yapılan sulamaların zaman ve miktarı

Tarih	Nem Açığı %	Islatılan Toprak Derinliği	Verilen Su Miktarı
02-07-2004	26	30	898 L
06-07-2004	6,5	30	219 L
09-07-2004	5,0	30	178 L
12-07-2004	5,2	30	185 L
16-07-2004	6,1	30	216 L
20-07-2004	6,3	30	224 L
23-07-2004	5,0	30	177 L
26-07-2004	5,0	30	190 L
30-07-2004	6,4	30	455 L
02-08-2004	5,2	60	371 L
06-08-2004	5,0	60	356 L
10-08-2004	6,4	60	455 L
13-08-2004	4,9	60	349 L
17-08-2004	6,2	60	440 L
21-08-2004	6,4	60	455 L
25-08-2004	6,6	60	469 L
29-08-2004	6,8	60	483 L
03-09-2004	6,9	60	490 L
07-09-2004	7,1	60	504 L
11-09-2004	6,8	90	719 L
15-09-2004	6,7	90	708 L
19-09-2004	6,9	90	729 L
23-09-2004	7,0	90	740 L
27-09-2004	6,7	90	708 L
31-09-2004	6,8	90	718 L
<b>Toplam</b>			<b>Toplam</b>
90 gün			11436 L

Not:16 Temmuz 2004 tarihinde 15 mm yağış kaydedildi

Çizelge.3.9. Yağmurlama ve karık sulama yöntemiyle yapılan sulamaların zaman ve miktarı

Tarih	Nem Açığı %	Islatılan Toprak Derinliği	Verilen Su Miktarı
02-07-2004	26	30	956 L
07-07-2004	8,6	30	316 L
12-07-2004	8,7	30	320 L
18-07-2004	10,5	30	386 L
24-07-2004	10,5	30	386 L
30-07-2004	11	30	404 L
05-08-2004	11	60	811 L
11-08-2004	10,5	60	774 L
17-08-2004	11,5	60	848 L
22-08-2004	9,7	60	715 L
28-08-2004	11,5	60	848 L
04-09-2004	11	60	811 L
11-09-2004	10,5	60	774 L
17-09-2004	11,5	90	1262 L
23-09-2004	10,7	90	1174 L
28-09-2004	8	90	878 L
31-09-2004	5,5	90	603 L
<b>Toplam</b>			<b>Toplam</b>
90 gün			12266 L

Not:16 Temmuz 2004 tarihinde 15 mm yağış kaydedildi

### 3.3. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

#### 3.3.1. Tekstür tayini

Toprakların kum, silt, kil fraksiyonları Bouyucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir.

#### 3.3.2. Tarla kapasitesi

Toprakların tarla kapasitesi, 1/3 atm basınç altında çalışabilen seramik levha kullanılarak tayin edilmiştir.(Salter ve Williams 1967)

### **3.3.3. Solma Noktası**

Toprakların 15 Atm basınç altında yerçekimine karşı tutabildikleri su miktarıdır.Membranlı levhalı basınç ölçme aletleri ile tayin edilmiştir.(Richards 1954)

### **3.3.4. % Nem**

Örneklerin 105 °C de sabit ağırlığa kadar kurutma fırınında bekletilmesiyle bulunan değerler kuru ağırlığın %'si olarak belirlenmiştir.(Bayraklı 1987)

### **3.3.5. Toprak reaksiyonu (pH)**

Toprak-su süspansiyonunda(1:2.5) cam elektrotlu pH metre ile belirlenmiştir (Jackson 1962).

### **3.3.6. Elektriksel iletkenlik**

Saturasyon ekstraktında, elektrik akımına karşı direncin ölçülmesi ile YSE 3200 Model EC metre ile belirlenmiştir (Öztañ ve Ülgen 1962).

### **3.3.7. Kireç Tayini**

Hızalan ve Ünal (1996)'a göre Scheibler kalsimetresi kullanılarak belirlenmiştir.

### **3.3.8. Toplam azot**

Araştırma örneklerinin toplam azot içerikleriKjendahl yöntemine göre belirlenmiştir (Bremner 1982).

### **3.3.9. Amonyum (NH<sup>+</sup>4)-N ve Nitrat (NO<sup>-</sup>3) azotları**

Potasyum klorür çözeltisinin ilavesi ile elde edilen süzükte, (NH<sup>+</sup>4)-N için MgO, (NO<sup>-</sup>3)-N için devarda ilave edilerek bu formların borik asit ile toplanması ve yaklaşık 0.005 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Bremner 1965).

### **3.4. İstatistik Analizleri**

Denemeden elde edilen sonuçların MINITAB paket programıyla varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar MSTAT programında DUNCAN testi yapılarak saptanmıştır (Düzgüneş 1987).

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Sulama Yöntemlerinde Amonyum ve Nitrat Azotu Hareketleri

#### 4.1.1. Karık sulama yöntemi ile sulanan parsellerde $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ hareketleri

Karık sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerlerinin ortalamaları ve bu dönemlere kadar yapılan sulama miktarları (Çizelge 4.1)'de verilmiştir. Amonyum değerleri 0-20 cm derinlikte başlangıçta 42,0 ppm değerinde iken 15. günde 9,4 ppm'lik değere, 30. günde 5,1 ppm'lik değere , 45. günde 2,0 ppm'lik değere düşmüş bu dönemden sonra kalan az miktardaki kısım ise hasat olana kadar bitme noktasına kadar gerilemiştir.

Çizelge 4.1. Karık sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerleri

Eklemeli Sulama (mm)	Örnekleme Zamanı (Gün)	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ Değerleri (ppm)					$\text{NO}_3^-\text{-N}$ Değerleri (ppm)				
		Profil Derinliği (cm)					Profil Derinliği (cm)				
		0 20	20 40	40 60	60 80	0-80 Toplam	0 20	20 40	40 60	60 80	0-80 Toplam
0	0	42,0	0,9	0,6	0,7	44,2	50,8	9,1	6,0	3,2	69,1
190	15	9,4	10,6	7,4	4,9	32,3	10,8	8,5	9,0	6,8	35,1
300	30	5,1	5,1	5,0	3,0	18,2	1,6	3,1	3,3	3,2	11,2
490	45	2,0	2,0	1,7	1,8	7,5	0,2	0,5	2,8	2,8	6,3
1000	75	0,5	0,7	0,2	0,4	1,8	0,1	0,2	0,5	0,0	0,8
1350	105	0,5	0,7	0,4	0,5	2,1	0,2	0,0	0,4	0,4	1,0
100	*3	34,8	14,5	10,8	41,0	101,1	17,1	25,7	6,8	27,7	77,3
150	*6	36,5	4,8	3,1	5,1	49,5	25,4	7,2	2,8	4,1	39,5

\*Bu değerler sonradan oluşturulan ek bilgi parselinin 4 ayrı noktasından alınan değerlerinin ortalamasıdır.

0-80 cm profil derinliğindeki 44,2 ppm lik toplam amonyum miktarı 15. güne kadar verilen 190 mm sulamaya paralel olarak 32.3 ppm lik değere azalmıştır.0-80 cm boyunca profil derinliğindeki azalış miktarı % 26.9 (11.9 ppm) dur.

15. günde 0-80 cm profil derinliğinde 32,3 ppm amonyum azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu 30. güne kadarki dönemde bu değer 18,2 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı 15. güne göre 30. günde %43,33 lük (13,97 ppm)azalma kaydetmiştir.

45. gün ve sonraki dönemlerde, amonyum miktarındaki azalmanın bitki alımının da etkili olarak gerçekleşmesi ile bitme noktasına kadar hızla gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 4.1).

Başlangıçta 0-80 cm profil derinliğinde 69,1 ppm nitrat azotu mevcut iken henüz bitki alımının tam gerçekleşmediği ilk 15 günlük dönemde bu değer 35,1 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı (34.0 ppm) %50,7lük azalma kaydetmiştir.Kayba uğrayan miktar gübreleme ile verilen miktara yakındır.Ayrıca bu dönemde bitki alımının tam olarak gerçekleşmediği dikkate alınırsa ortamdan uzaklaşan nitratın büyük bir kısmı kayba uğramıştır.

15. günde 0-80 cm profil derinliğinde ortalama 35,1 ppm nitrat azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu 30. güne kadarki dönemde bu değer 11.2 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı 15. güne göre 30. günde %68,36 lik (23,9 ppm) azalma kaydetmiştir.30. günden sonra da bitki alımının etkili olması sonucu hızla azalmıştır.

#### **4.1.2. Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan parsellerde $\text{NH}_4^+$ ve $\text{NO}_3^-$ Azotu hareketleri**

Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerlerinin ortalamaları ve bu dönemlere kadar yapılan sulama miktarları (Çizelge 4.2)'de verilmiştir.Amonyum değerleri 0-20 cm derinlikte başlangıçta 42,00 ppm değerinde iken 15. günde 6,5 ppm'lik değere, 30. günde 6,5 ppm'lik değere , 45. günde 2,9 ppm'lik değere düşmüş bu dönemden sonra kalan az miktardaki kısım ise hasat olana kadar bitme noktasına gerilemiştir.

0-80 cm profil derinliğindeki 44,2 ppm lik toplam amonyum miktarı 15. güne kadar verilen 190 mm sulamalara paralel olarak 32,0 lık değere azalmıştır.80 cm boyunca profil derinliğindeki azalış miktarı % 28,32 (12,2 ppm) dur.Bu miktar

aynı zamanda % 26.9 amonyum azalması gösteren karık sulama parsellerine yakın değerlerdedir.

Çizelge 4.2. Yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerleri

Eklene Sulama (mm)	Örnekleme Zamanı (Gün)	NH <sub>4</sub> -N Değerleri (ppm)					NO <sub>3</sub> -N Değerleri (ppm)				
		Profil Derinliği (cm)					Profil Derinliği (cm)				
		0 20	20 40	40 60	60 80	0-80 Toplam	0 20	20 40	40 60	60 80	0-80 Toplamı
0	0	42,0	0,9	0,6	0,7	44,2	50,8	9,1	6,0	3,2	69,1
190	15	6,5	11,0	6,6	7,9	32,0	6,2	8,5	3,6	6,9	25,2
300	30	6,5	4,5	3,4	6,5	20,9	2,8	3,1	5,1	6,0	17,0
490	45	2,9	3,3	2,2	2,5	10,9	0,6	0,5	1,7	1,7	4,5
1000	75	1,2	0,8	1,1	0,8	3,9	0,2	0,1	0,1	0,3	0,7
1350	105	0,3	0,3	0,9	0,6	2,1	0,0	0,01	0,0	0,1	0,11
100	*3	7,3	7,26	19,0	15,1	48,7	4,3	20,2	18,1	12,0	54,6
150	*6	12,8	3,7	3,8	1,9	22,2	8,7	5,4	5,3	2,9	22,3

\*Bu değerler sonradan oluşturulan ek bilgi parselinin 4 ayrı noktasından alınan değerlerinin ortalamasıdır.

15. günde 0-80 cm profil derinliğinde 32,0 ppm amonyum azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu 30. güne kadarki dönemde bu değer 20,9 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı 15. güne göre 30. günde %34 lük (11,1 ppm) azalma kaydetmiştir. Karık sulama parsellerine göre 15. günden 30. güne kadarki dönemde amonyum kaybı 3 ppm daha az oluşmuştur.

45. gün ve sonraki dönemlerde, amonyum miktarındaki azalmanın karık sulama parsellerinde olduğu gibi bitki alımının da etkili olarak gerçekleşmesi ile bitme noktasına kadar hızla gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 4.2).

Başlangıçta 0-80 cm profil derinliğinde 69,1 ppm nitrat azotu mevcut iken henüz bitki alımının tam gerçekleşmediği ilk 15 günlük dönemde bu değer 25,2 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı (43,9 ppm)%63,6 lük azalma kaydetmiştir. Kayba uğrayan nitrat miktarı gübre ile verilen miktardan dahi bir miktar fazladır. Karık sulama parsellerinde olduğu gibi, bu dönemde bitki alımının tam olarak gerçekleşmediği dikkate alınırsa ortamdaki uzaklaşan nitratın büyük bir kısmı kayba uğramıştır.

15. günde 0-80 cm profil derinliğinde ortalama 25,2 ppm nitrat azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu 30. güne kadarki dönemde bu değer 17,0 ppm'lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı 15. güne göre 30. günde %35,53'lik (8,2 ppm) azalma kaydetmiştir. 30. günden sonraki nitrat azalışı muhtemelen bitki alımlarında etkilemesi ile hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir.

#### 4.1.3. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerde $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$ hareketleri

Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerlerinin ortalamaları ve bu dönemlere kadar yapılan sulama miktarları (Çizelge 4.3)'de verilmiştir. Amonyum değerleri 0-20 cm derinlikte, başlangıçta 42,0 ppm değerinde iken 15. günde 4,3 ppm'lik değere, 30. günde 2,5 ppm'lik değere, 45. günde 1,9 ppm'lik değere düşmüş bu dönemden sonra kalan az miktardaki kısım ise hasat olana kadar bitme noktasına gerilemiştir.

Çizelge 4.3. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine ait amonyum ve nitrat değerleri

Eklemeli Sulama (mm)	Örnekleme Zamanı (Gün)	$\text{NH}_4\text{-N}$ Değerleri (ppm)					$\text{NO}_3\text{-N}$ Değerleri (ppm)				
		Profil Derinliği (cm)					Profil Derinliği (cm)				
		0-20	20-40	40-60	60-80	0-80 Toplam	0-20	20-40	40-60	60-80	0-80 Toplam
0	0	42,0	0,9	0,6	0,7	44,2	50,8	9,1	6,0	3,2	69,1
190	15	4,3	7,3	4,6	7,4	23,6	4,1	11,7	3,14	3,3	22,2
300	30	2,5	3,5	2,5	2,4	10,9	4,0	4,7	4,0	5,0	17,7
490	45	1,9	3,0	1,4	1,6	7,9	0,2	0,3	0,0	0,11	0,61
1000	75	2,4	2,1	1,0	0,9	6,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
1350	105	0,8	0,5	0,4	0,1	1,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4
100	*3	5,7	13,5	8,4	3,2	30,8	10,0	14,1	10,6	4,5	39,2
150	*6	4,9	3,9	3,5	2,0	14,3	2,1	3,3	2,9	3,4	11,7

\*Bu değerler sonradan oluşturulan ek bilgi parselinin 4 ayrı noktasından alınan değerlerinin ortalamasıdır.



0-80 cm profil derinliğindeki 44,2 ppm lik toplam amonyum miktarı 15. güne kadar verilen 190 mm sulamalara paralel olarak 23,6 lik değere azalmıştır.80 cm boyunca profil derinliğindeki azalış miktarı % 46.22 (20,6 ppm) dir.Damla sulama parsellerindeki amonyum kaybı diğer iki sulama yöntemi ile sulanan parsellere göre bir miktar fazla gerçekleşmiştir. Bu durum muhtemelen yüzeyde ilk anda buharlaşmanın diğer sulama yöntemlerine göre daha fazla olmasından kaynaklanan amonyak halinde gaz şekline dönüşmenin bir sonucu olabilir (Craig ve Wollum 1982).

15. günde 0-80 cm profil derinliğinde 23,6 ppm amonyum azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu 30. güne kadarki dönemde bu değer 10,9 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı 15. güne göre 30. günde %45,8 lik (12,7 ppm)azalma kaydetmiştir.

45. gün ve sonraki dönemlerde, amonyum miktarındaki azalmanın bitki alımının da etkili olarak gerçekleşmesi ile bitme noktasına kadar hızla gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 4.3).

Başlangıçta 0-80 cm profil derinliğinde 69,1 ppm nitrat azotu mevcut iken henüz bitki alımının tam gerçekleşemediği ilk 15 günlük dönemde bu değer 22,2 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı (46,9 ppm) %66,7lik azalma kaydetmiştir. Kayba uğrayan nitrat miktarı gübre ile verilen miktardan dahi bir miktar fazladır.Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerde 15. gün amonyum ve nitrat kayıpları yağmurlama ve karık sulama parsellerine göre bir miktar daha fazladır. Ayrıca diğer iki sulama yöntemi ile sulanan parsellerde olduğu gibi bu dönemde bitki alımının tam olarak gerçekleşemediği dikkate alınırsa ortamdan uzaklaşan nitratın büyük bir kısmı kayba uğramıştır.

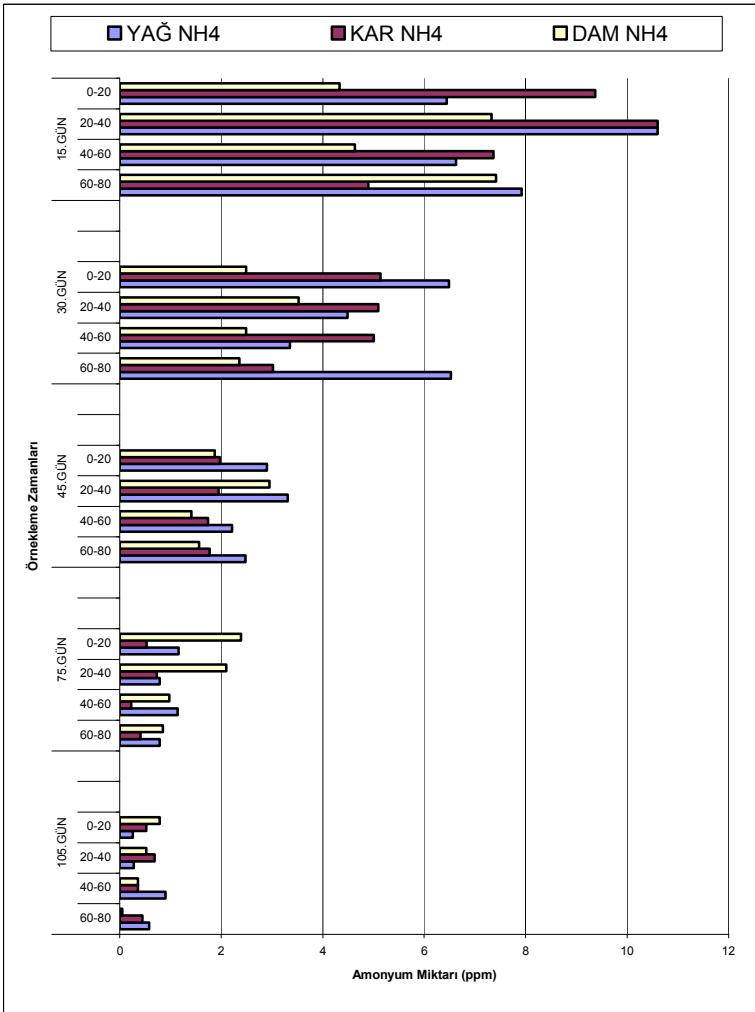
15. günde 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ortalama 22,2 ppm nitrat azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu 30. güne kadarki dönemde bu değer 17,7 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı 15. güne göre 30. günde %20,26 lık (4,5 ppm) azalma kaydetmiştir. İkinci 15 günlük dönemde damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerden meydana gelen nitrat kaybı yağmurlama ve karık sulama parsellerinden bir miktar daha az gerçekleşmiştir.

#### 4.2. Sulama Yöntemlerinin $\text{NH}_4^+$ Azotu ve $\text{NO}_3^-$ Azotunun Toprak Profili Boyunca Dağılımına Etkilerinin Karşılaştırılması

Damla, karık ve yağmurlama sulama yöntemleri ile sulanan parsellerden başlangıçtan itibaren, mısır bitkisinin farklı vejetasyon devrelerinde (15.gün-çimlenme çıkış, 30. gün-vejetatif gelişme, 45. gün-çiçeklenme başlangıcı, 75. günde olum, 105.gün-hasat) alınan örneklerden elde edilen sonuçlar sırası ile Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4, Ek 5, Ek 6'da ve bu değerlere ait ortalamalar Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bu değerlere baktığımızda 15. gün örneklemede 0-20 cm derinlikte  $\text{NH}_4^+$ -N değerlerinin yağmurlama sulamada 6,5 ppm, karık sulamada 9,4 ppm, damla sulamada ise 4,3 ppm düzeylerinde olduğu, derinlerde değerlerin birbirinden çok büyük farklılıklar göstermediği görülmektedir. Bununla birlikte üç sulama yöntemi ile sulanan parselin nitrat değerleri de, etkin olarak yıkanmanın etkisinde olmasına rağmen, tüm derinliklerde amonyum değerlerine yakın miktarlarda seyretmiştir. Örnekleme zamanlarına göre değişime baktığımızda da sulama yöntemleri arasında fazla bir ayrıcalığın olmadığı görülmektedir (Şekil 4.1).

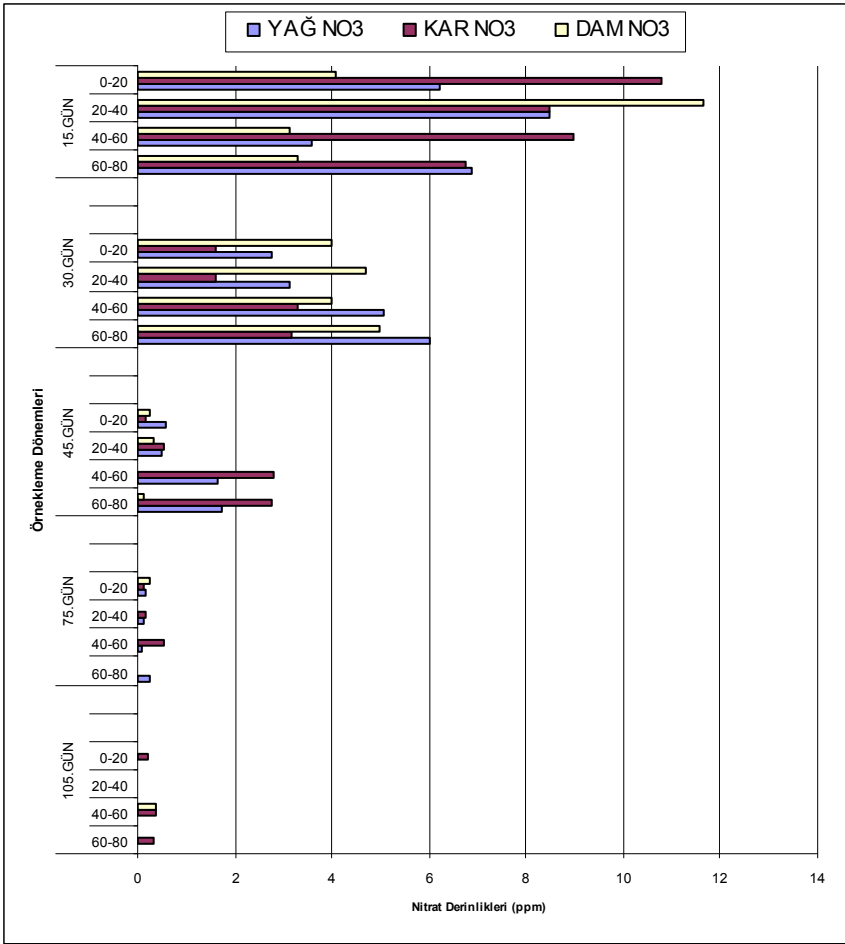
Sulama yöntemlerinin  $\text{NH}_4^+$ -N ve  $\text{NO}_3^-$ -N'nun toprak profilinde zaman içerisinde dağılımına etkisinin araştırılması amacı ile yapılan varyans analizinde sulama yöntemleri arasında oluşan farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte üç sulama yöntemine ait parsellerde derinlik-zaman interaksyonları önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5). Sulama yöntemlerinin aralarında  $\text{NH}_4^+$ -N ve  $\text{NO}_3^-$ -N'nun toprak profilinde zaman içerisinde dağılımına etkisi açısından fazla farklılıkların oluşmamasının sebebi (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) üç sulama yöntemi ile de parsellere birbirlerine yakın miktarlarda sulama suyu uygulanmasından kaynaklanmış olabilir.

David *et al.* 2001, farklı iki sulama yöntemi ile toprağa iki ayrı miktarda su vermiş ve yaklaşık bu oranlara yakın miktarda nitrat yıkanması gözlemlemiştir.



Not: YAĞ: Yağmurlama Sulama Parselleri-DAM: Damla Sulama Parselleri-KAR: Karık Sulama Parselleri

Şekil 4.1. Üç sulama yöntemine ait parselin bitki vejetasyonu boyunca örnekleme dönemlerindeki amonyum değerleri



Şekil 4.2. Üç sulama yöntemine ait parselin bitki vejetasyonu boyunca örnekleme dönemlerindeki nitrat değerleri

Damla sulama yönteminde sulama suyunun bir parselde uygulanma miktarı, ekilen bitkinin sıra aralığı, bitkinin cinsi, toprak infiltrasyon kapasitesi, transpirasyon miktarı gibi birçok faktörden etkilenir (Güngör vd.1996). Deneme sahasında damla sulama yöntemi ile parsellerin ıslatılan alan % si ve dolayısıyla uygulanacak net sulama suyu miktarı %95 olarak ölçülmüştür. Buna paralel olarak deneme bitkisinin mısır oluşundan dolayı karık ve yağmurlama yöntemleri ile araziye verilen toplam sulama suyu miktarına yaklaşık değerlerde su verilmiştir.

Deneme faktörlerinin araştırılması için yapılan varyans analizinde tüm sulama parselleri için; amonyum ve nitrat değerlerinin örnekleme zamanlarının 0-20,20-40,40-60,60-80 cm derinliklere göre değişimleri önemli bulunmuştur. Yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.4 gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Sulanan parsellerdeki örnekleme zamanlarının profil derinliklerindeki amonyum ve nitrat hareketine etkisi

ZAMAN	DERİNLİK	$\pm S_x$	$NH_4^+-N$ (ppm)	$\pm S_x$	$NO_3^- - N$ (ppm)
Başlangıç	0-20	0,0	41,98 a	0,0	50,8 a
	20-40	0,0	0,86 b	0,0	9,124 b
	40-60	0,0	0,55 b	0,0	5,95 c
	60-80	0,0	0,7 b	0,0	3,186 d
15. Gün	0-20	1,886	6,72 a	2,02	7,07 b
	20-40	1,886	8,74 a	2,02	10,36 a
	40-60	1,886	6,21 a	2,02	5,23 b
	60-80	1,886	6,75 a	2,02	5,63 b
30. Gün	0-20	0,868	4,58 a	0,885	1,8 b
	20-40	0,868	4,37 a	0,885	3,64 ab
	40-60	0,868	3,62 a	0,885	4,11 ab
	60-80	0,868	4,26 a	0,885	4,73 a
45. Gün	0-20	0,285	2,247 a	0,371	0,33 a
	20-40	0,285	2,74 a	0,371	0,453 a
	40-60	0,285	1,79 a	0,371	1,49 a
	60-80	0,285	1,93 a	0,371	1,53 a
75. Gün	0-20	0,154	1,36 a	0,049	0,165 a
	20-40	0,154	1,23 a	0,049	0,121 a
	40-60	0,154	0,97 a	0,049	0,078 a
	60-80	0,154	0,68 a	0,049	0,12 a
105. Gün	0-20	0,102	0,52 a	0,064	0,074 a
	20-40	0,102	0,49 a	0,064	0,015 a
	40-60	0,102	0,75 a	0,064	0,15 a
	60-80	0,102	0,36 a	0,064	0,161 a

Aynı sütunda aynı örnekleme zamanında farklı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P < 0,01$ )

Çizelge 4.4 Duncan testi değerleri incelendiğinde; tamamına yakını yüzeye gübreleme ile verilen amonyum miktarının 0-80 cm profil derinliğindeki toplamı sulamalı parsellerde ortalama 44,2 ppm iken 15 günlük dönemde bu değer 29,2 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı %33,8 lik (15,0 ppm) azalma kaydetmiştir. Amonyum ilk sulamalarla iyon halinde profil boyunca taşınmıştır.

Ortam nem koşullarının (tarla kapasitesi) ve Temmuz ayı sıcaklık değerlerinin (25-35 °C) nitrifikasyonu teşvik edici değerlerde oluşu amonyumun nitrate dönüşerek ve belirtilen düzeylerde tüm derinliklerden azalmasını sağlamış olabilir. Meydana gelen bu azalma miktarı nitrifikasyonunun oluşabileceği düzeylerde (Usta vd. 1992). Onbeşinci günde 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ortalama 29,2 ppm amonyum azotu mevcut iken kısmen bitki alımının da devrede olduğu otuzuncu güne kadarki dönemde bu değer 16.7 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı 15. güne göre 30. günde %42,9 luk (12,5 ppm) azalma kaydetmiştir. Ayrıca amonyum azalması 15. gün ve sonraki dönemlerde tüm profil derinliklerinden ve yaklaşık eşit oranlarda gerçekleşmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.4 Duncan testi değerleri nitrat açısından incelendiğinde; üst toprak katmanındaki 50,8 ppm lik nitratın büyük kısmının 0-80 cm profil derinliğinden de aşağılara yıkandığını görmekteyiz. Başlangıçta 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ortalama 69,1 ppm nitrat azotu mevcut iken ilk 15 günde sulamaların etkisi ile bu değer 27,4 ppm lik değere inmiştir. Nitrat miktarı (41,7 ppm) %60,26 lük azalma kaydetmiştir. 15 günlük sulamalara paralel olarak gübre ile verilen nitrat miktarı kadar kaybin oluştuğu görülmektedir. 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde kalan ortalama 27,4 ppm nitrat azotu ikinci 15 günlük dönemde 15,2 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı 15. güne göre 30. günde %44,38 lik (12,2 ppm) azalma kaydetmiştir. İlk 15. gün içerisinde nitratın 20-40 cm derinlikte, 30. günde ise yüzeye göre derinlerde bir miktar yoğunluk kazandığı görülmektedir. Bu durum nitrat yıkanmasının bir sonucudur. Daha sonraki dönemlerde ise sulamalar ve bitki alımının da etkisi ile hızlı olarak azalma kaydedildiği görülmektedir (Şekil 4.2). Ayrıca üç sulama yöntemi ile sulanan parselin nitrat değerleri de, etkin olarak yıkanma etkisinde olmasına rağmen, tüm derinliklerde amonyum değerlerine yakın miktarlarda seyretmiştir. Nitratın bu durumu amonyumun nitrifikasyonu ile ortama nitrat ilavesinden kaynaklanmış olabilir. Bitki alımı haricinde meydana gelen kayıpların muhtemelen büyük kısmı nitrat şeklinde ve yıkanarak oluşmuştur (Kacar 1984).

Steward and Eck (1958), Toprakta farklı rutubet seviyelerinde nitrat iyonunun hareket derecesini tayin etmek amacıyla yapılan bir çalışmada nem miktarı arttıkça nitratın alt katlara hareketinin de arttığı sonucuna varmışlardır. Küçükkoça'ya (1989) göre ,nitratın topraktan yıkanması; toprağın yapısına, yağış veya sulamalar ile nitratlı gübrelerin uygulama zamanına bağlıdır. Kumlu topraklarda bir günde 25 mm'lik bir yağış veya sulama ile nitrat azotunun günde 15-20 cm'lik bir derinliğe taşındığı bildirmişlerdir.

Deneme faktörlerinin karşılaştırılması için yapılmış olan varyans analizinde tüm sulama parselleri için farklı profil derinliklerinin, örnekleme zamanlarına göre

amonyum ve nitrat miktarlarındaki değişimi önemli ( $P<0,01$ ) bulunmuştur. Farklılığın araştırılması için yapılan Duncan testinin değerleri Çizelge 4.5 ile gösterilmiştir. Bitkiler gelişimlerinin farklı dönemlerinde, profilin giderek artan farklı derinliklerinden yararlanırlar (Tekinel ve Kanber ,1989). Bundan dolayı, amonyum ve nitratın farklı derinliklerde sulamanın devam ettiği zamanlara paralel olarak gerçekleşen hareketlerinin bilinmesi önem kazanmaktadır.

Çizelge 4.5. Farklı profil derinliklerinin, örnekleme zamanlarına göre amonyum ve nitrat miktarlarındaki değişimi

Derinlik	Zaman	$\pm S_x$	$NH_4^+ - N$ (ppm)	$\pm S_x$	$NO_3^- - N$ (ppm)
0-20 cm	Başlangıç	0,00	41,98 a	0,0	50,8 a
	15. Gün	1,886	6,72 b	2,02	7,07 b
	30. Gün	0,868	4,58 bc	0,885	1,798 c
	45. Gün	0,285	2,247 cd	0,371	0,33 c
	75. Gün	0,154	1,36 d	0,049	0,165 c
	105. Gün	0,102	0,526 d	0,064	0,07 c
20-40 cm	Başlangıç	0,00	0,86 c	0,0	9,124 a
	15. Gün	1,886	8,74 a	2,02	10,36 a
	30. Gün	0,868	4,37 b	0,885	3,64 b
	45. Gün	0,285	2,74 bc	0,371	0,53 c
	75. Gün	0,154	1,23 c	0,049	0,12 c
	105. Gün	0,102	0,49 c	0,064	0,015 c
40-60 cm	Başlangıç	0,00	0,55 c	0,0	5,95 a
	15. Gün	1,886	6,21 a	2,02	5,23 a
	30. Gün	0,868	3,62 b	0,885	4,110 a
	45. Gün	0,285	1,78 bc	0,371	1,49 b
	75. Gün	0,154	0,97 c	0,049	0,078 b
	105. Gün	0,102	0,76 c	0,064	0,16 b
60-80 cm	Başlangıç	0,00	0,7 c	0,0	3,186 ab
	15. Gün	1,886	6,75 a	2,02	5,63 a
	30. Gün	0,868	4,26 b	0,885	4,73 a
	45. Gün	0,285	1,94 bc	0,371	1,53 bc
	75. Gün	0,154	0,68 c	0,049	0,12 c
	105. Gün	0,102	0,36 c	0,064	0,16 c

Aynı sütunda aynı örnekleme zamanında farklı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $P<0,01$ )

Çizelge 4.5 değerleri incelendiğinde 0-20 cm derinlikte tüm sulamalı parseller için amonyum miktarının 45. güne kadar azalması istatistik olarak önemlidir. Nitratın ise 15. günden sonraki azalma miktarı önemsiz bulunmuştur.

Bitki köklerinin 15 günlük dönemde toprağın 0-20 cm lik profil derinliğinden daha fazla yararlanabileceği göz önünde bulundurulursa:

Başlangıçta 0-20 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ortalama 50,8 ppm nitrat azotu mevcut iken henüz bitki alımının tam gerçekleşemediği ilk 15 günlük dönemde bu değer 7,07 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı (43,73 ppm)%86,1 lik azalma kaydetmiştir.

Amonyum azotu başlangıçta 0-20 cm profil derinliğinde ortalama 42,98 ppm iken ilk 15 günlük dönemde bu değer 6,72 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı da %84 lük (35,26 ppm)azalma kaydetmiştir. Ancak amonyumun derinlerde birikimi nitrata göre daha fazladır.

Amonyum azotunun azalma miktarı tüm derinliklerde 45. güne kadar istatistik olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın nitrat azotunun 0-20 ve 20-40 cm derinliklerdeki azalması henüz 15. günden sonra önemsiz bulunurken derinlerde ise 45. güne kadar değişim önemli bulunmuştur.

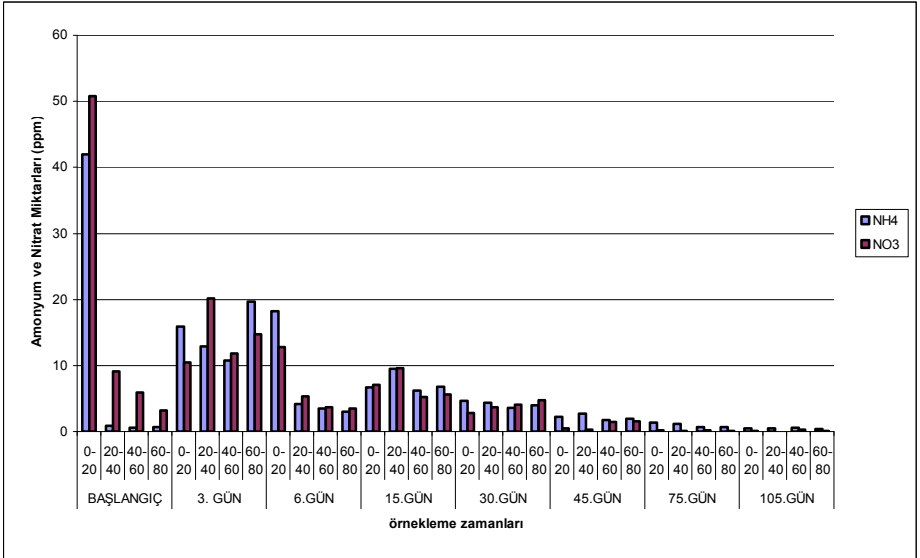
Deneme başlangıcında parsellere uygulanarak takibinin yapılmak istendiği yaklaşık 100 ppm lik ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ )+(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) varlığının henüz 15. gün çimlenme çıkış periyodu analizlerindeki miktarı fazla düşüş kaydettiği için 01-09-2004 tarihinde tek paralelli ek bilgi parselleri oluşturuldu ve bu parsellerde yağmurlama, karık, damla sulama sistemleri Güngör vd. (1996) belirtilen şekilde ve asıl deneme parselleri ile aynı sahada oluşturuldu. Oluşturulan bu birer parselli ek bilgi parsellerinde 1. sulamanın hemen sonrası ve 2. sulamaların hemen sonrasında azot takibi amacıyla 3. ve 6. günlerde yapılan analiz Ek .7' de olduğu gibidir.



Çizelge.4.6. Üç sulama yöntemine ait ek bilgi parsellerinin amonyum-nitrat değerlerinin ortalaması(3 ve 6.günler)

Alınma derin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> miktarı	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N miktarı (ppm)	Alınma derin	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N miktar (ppm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> miktarı
	3. gün			6. gün	
0-20	15,93	10,47	0-20	18,19	12,08
20-40	12,88	20,16	20-40	4,13	5,32
40-60	10,8	11,8	40-60	3,47	3,66
60-80	19,7	14,69	60-80	3,01	3,45
<b>Toplam</b>	<b>59,3</b>	<b>57,12</b>	<b>Toplam</b>	<b>28,8</b>	<b>24,51</b>

Yukarıdaki değerlerden anlaşılacağı gibi yüzeye uygulanan azot miktarının hemen başlangıçtaki (3.gün) sulamalar sonrasında amonyum ve nitrat varlığı etkili kök bölgesine yayılmıştır. İkinci sulamaların hemen ardından yapılan analizlerde ise yaklaşık 30 ppm lik amonyum ve nitrat kaybı söz konusu olmuştur( Çizelge.4.6, Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Parsellerin amonyum ve nitrat azotu miktarının, örnekleme zamanlarına göre profil derinliklerindeki durumu

Şekil 4.3 te görüldüğü gibi denemenin ilk dönemlerinde, bitki alımı etkin olarak gerçekleşmediği halde hızlı olarak toprak profilinin etkili kök bölgesinden azot azalması gerçekleşmiştir. Thoun *et al.* (1993) belirttiğine göre mısır bitkisi için gerekli olan sulama suyu, paralelinde azotun nitrat şeklinde ve özellikle gelişimin ilk dönemlerinde yıkanarak kayba uğramasına yol açmaktadır.

Deneme şartları, nitrifikasyonu teşvik edici nem ve sıcaklık değerlerine sahip olduğu için 0-20 cm lik yüzey tabakasından başlayarak 60-80 cm lik toprak katmanına kadarki profilde amonyumun, muhtemelen nitrifikasyonla nitrate dönüşmesi ile müteakip sulamalarda nitrat yıkanması meydana gelmiştir.

Denemenin başlatılmasından itibaren bitki kullanımı açısından yarayışlı azot miktarının hızla kayba uğradığı görülmektedir. Bitki azot alımının henüz gerçekleşmediği dönemlerde bile hızla meydana gelen  $\text{NO}_3^-$ -N ve  $\text{NH}_4^+$ -N kaybının azaltılması yönünde yapılan değerlendirmeler, genellikle azotlu gübrelemenin mümkün olduğunca parçalanarak ve ağırlıklı olarak bitki azot alımının maksimum gerçekleştiği dönemler tercih edilerek uygulanması gerektiği yönündedir(Malzer ve Graff 1982, Rosen *et al.* 1991, Sattell *et al.* 1999)

Dünya gübre tüketimi genellikle artma eğilimindedir. Ancak bu artışta gelişmiş ülkelerin payı azalırken, gelişmekte olan ülkelerin payı artarak devam etmektedir. 1980 yılında Dünya kimyasal gübre tüketiminin % 67'si gelişmiş ülkeler tarafından, %33'ü ise gelişmekte olan ülkeler tarafından tüketilirken, bugün dünya toplam gübre tüketiminin %37'si gelişmiş ülkeler tarafından, %63'ü ise gelişmekte olan ülkeler tarafından tüketilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler arasında Asya ülkeleri, toplam gübrenin %48'ini tüketmektedir (FAO, 2004).Gelişmiş ülkelerde entansif tarım uygulaması, yoğun gübre kullanımına sebep olmaktadır. Bu durum toprak ve su kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Bu ülkelerde toprak ve su kirliliğini önlemek için bitkisel ve hayvansal kaynakların (organik gübreler, çiftlik gübresi, bakteri, vs) kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Avrupa Birliği Ülkeleri ve diğer gelişmiş ülkelerde gübre tüketimindeki gerilemede, nüfus artışının belirli bir düzeyin altında kalması, gübre tüketiminin maksimum düzeye ulaşması, çevre korumaya yönelik önlemlerin alınması, çevre duyarlılığının gelişmesi, nüfusun yeterli beslenmesi, tarım ürünleri ithalatçısı ülkelerin ekonomik sorunları nedeniyle dünya tarımsal ihracatın durgunluğa girmesi, gübre fiyatlarının giderek artması yanında gelişen teknik ile toprağa verilecek gübre miktarlarının daha gerçekçi bir şekilde belirlenmesi de etkili olmuştur (IFA, 2002).

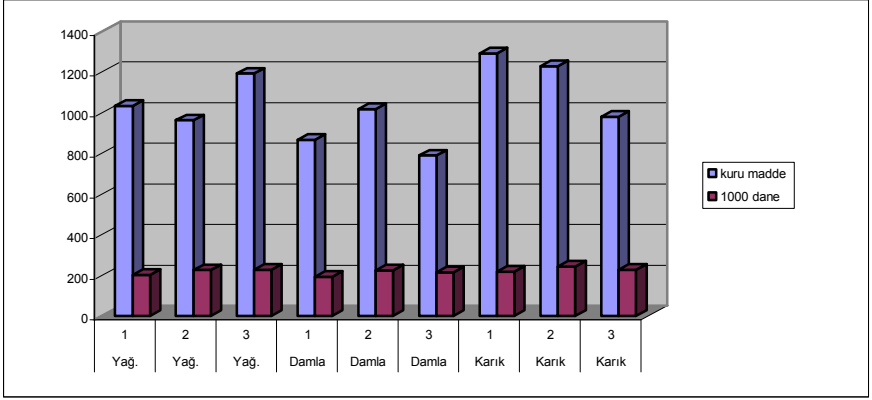
Türkiye de gübre kullanım düzeyinin yetersiz olduğu bilinmekle birlikte bilinçsiz kullanım ve aşırı kullanım ile ilgili durumlara da rastlanmaktadır. Yapılan bir çalışmada; çiftçilerin sadece % 15.9'unun toprak tahlili sonuçlarına göre gübre kullandıkları ortaya çıkmıştır (Olhan, 2000). Başka bir çalışmada, bu oran %6.9 olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada teknik olarak önerilen dozun dışında kullanılan gübre miktarları düzeyinin ise; buğday bitkisinde dekara 1,7 kg saf azot, sulamanın yapıldığı pamukta dekara 4,6 kg fazla saf azot, mısır bitkisinde ise bu oranın daha da artmakta olduğu ve dekara 8,8 kg dan fazla azot kullanıldığı saptanmıştır (Yılmaz, 1996). Bu konuda yapılan başka bir çalışmada (Esengün ve ark., 1994), şekerpancarında dekara 9,4 kg fazla saf azot kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Özellikle sulu tarım alanlarında yıkanmanın da devreye girmesi sonucu bu durum hem kaynakların israfına hem de çevresel sorunlara neden olabilmektedir.

#### 4.3 Sulama Yöntemlerinin Kuru Madde Ağırlığı ve 1000 Tane Ağırlığına Etkileri

Toprak profili boyunca  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  dağılımına etkilerinin farklı bulunmadığı sulama yöntemlerinin, kuru madde ağırlıkları (5 bitki) ve 1000 dane ağırlıkları varyans analizine tabi tutulmuş ve muamele grupları arasında 1000 tane ağırlığı. ( $P>0,05$ ;  $\text{Stdev.}=14,53$ ) ve kuru madde. ( $P>0,05$ ;  $\text{Stdev.}=134,6$ ) bakımından fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır. (Çizelge4.7, Şekil 4.4).

Çizelge4.7. Yağmurlama, karık ve damla sulama yöntemleri ile sulamaların yapıldığı parsellerden edinilen (5 bitki) kuru madde ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı değerleri

SULAMA ŞEKLİ	TEKRAR	KURU MADDE(gr)	KURU MADDE ORT.(gr)	1000 TANE(gr)	1000 TANE ORT.(gr)
Yağ.	1	1031,5	1061,2	200,1	217,4
Yağ.	2	961,4		225,0	
Yağ.	3	1190,8		227,2	
Damla	1	865,2	889,9	192,6	210,4
Damla	2	1016,5		224,0	
Damla	3	788,1		214,5	
Karık	1	1289,9	1165,8	218,0	229,0
Karık	2	1228,0		242,0	
Karık	3	979,4		226,9	



Şekil.4.4. Yağmurlama, karık ve damla sulama sistemleri ile sulamaların yapıldığı parsellerden edinilen (5 bitki) kuru madde ağırlığı ve 1000 dane ağırlığı değerleri

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Üç sulama yöntemi ile sulanan parsellerde, mısır bitkisinin ekiminden hasat edildiği döneme kadar, toprak profilinin 0-80 cm lik etkili kök derinliğinin 20 cm lik kesitleri, belirli aralıklarla amonyum ve nitrat hareketinin takibi için analize tabi tutulmuştur .

Sulama çeşitlerinin, toprak profilinin etkili kök derinliği boyunca amonyum ve nitrat hareketine etki bakımından istatistik olarak önemli bir farklılık göstermediği anlaşılmıştır.Sulama yöntemlerinin amonyum ve nitratin profildeki hareketine ve yıkanmasına etkisi bakımından bu benzerliğinin sebebi; mısır bitkisine, bu üç sulama yöntemi ile de yaklaşık aynı miktarlarda su verilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Denemede üç sulama yöntemine ait parselde de gübreleme ekimle birlikte bir defa da uygulanmıştır.Bunun sonucu olarak başlangıçta 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ilk 15 günlük dönemde amonyum miktarı %33,8 lik azalma kaydetmiştir. Aynı şartlarda nitrat miktarı ise %60,26lik azalma kaydetmiştir.

Tekinel ve Kanber (1989) bildirdiğine göre genel olarak bir bitkinin ekiminden sonraki ilk 45-50 günlük döneminde bitkinin tükettiği suyun yaklaşık %70-80 lik kısmını toprağın ilk 30 cm lik kısmından karşıladığını belirtmişlerdir. Bitki köklerinin henüz yalnızca 30 cm lik toprak derinliğine ulaşabildiği dönemde 0-20 cm lik yüzey katmanında başlangıçta yüksek miktarlarda olan amonyum ve nitrat miktarları bu katmandan hızlı bir şekilde uzaklaşarak bitki alımı açısından muhtemel azalmalara sebep olmaktadır.

İlk onbeş günlük dönemde fazlaca olmakla birlikte, onbeş-otuz günlük dönemlerde de meydana gelen azot kayıplarının büyük çoğunluğu nitrat yıkanması şeklinde gerçekleşmiştir.Aynı dönemlerdeki amonyum azalmalarının sebebi muhtemelen nitrifikasyonla amonyumun nitrata dönüşmesi ve bitki alımlarından kaynaklanmış olabilir (Usta vd. 1992). Kacar (1984)'a göre Toprakten yıkanan azot miktarı üzerine toprak, iklim bitki gibi çeşitli etmenler etki etmektedir.Yıkanan azotun yaklaşık %99'unun NO<sub>3</sub> formunda, geriye kalan

azotun ise %1'den azı amonyum halinde ve nitritinde eseri miktarda olduğu grlmtr .

Bitki gelişim döneminde farklı periyotlarda azotlu gübrelemenin parçalara ayrılarak ve özellikle bitki azot alımının en fazla olabileceği dönemlerde uygulanması ürün artıını teşvik edecektir. Aynı zamanda gübrelemenin bölünmesi, uygulama tekrarının artırılması ve bitki alım zamanının uygun olduğu dönemlerin tercih edilmesi verilecek azot miktarını da azaltabilir.

Sulama yapılan alanlarda akışa geçen toprak suyu beraberinde nitrat yıkanmasına yol açmaktadır.Bu alanlara amonyumlu gübreleme yapılması, azot yıkanması bakımından nitrifikasyonun gerçekleşeceği süre kadar gecikerek bitki alımı açısından daha avantajlı durum oluşturabilir.

Kuru madde ağırlıkları (5 bitki) ve 1000 dane ağırlıkları yönünden farklılık bulunmamıştır. FAO (1979) kaynaklarına göre ilk yatırım maliyetinin az olması ve yağmurlama sulama yönteminde başlık boylarının sürekli uzatılma gereksiniminden dolayı mısır sulanmasında karık sulama sistemi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

Aktaş, M. 1995.Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği

Allison, F. E. 1955 The Enigma of soil nitrogen balance sheet.Adv. Argon.7:230-250

Alparslan, M., Güneş, A., İnal,A.,1998.Deneme Tekniği.Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1501 Ders Kitabı:455 ANKARA

Anonymous, 1995. T.K.B.Konya İl Müdürlüğü Kayıtları, Konya

Anzecc (1992)'Australian water quality guidelines for fresh and marinewaters.'(Australian and New Zealand Environment and Conserv Council: Canberra.)

Ayyıldız, M. ,Güngör, Y., Aküzüm, T.,Erözel, Z., Yıldırım, O., Evsahibioğlu, N., Kodal, S., Tokgöz, A., Öztürk, A., Selenay, F., Girgin,N. B. (1986).Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Uygulanabilecek Sulama Yöntemleri. Güneydoğu Anadolu Projesi Kalkınma Simpozyumu.Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tübitak, Ziraat Bankası (18-21 Kasım 1986)

Barraclough, D., Geens, E.L., Maggs, J.M.,1984.Fate of Fertilizer Nitrogen Applied to Grassland.II. Nitrogen-15 Leaching Results.Journal of Soil Science 35 (2):191-199

Başer, A.,1990-1992. GAPbölgesindeki farklı tekstürler içeren bazı büyük toprak gruplarında nitrat ve amonyum hareket ve dağılımının kolon denemeleriyle izlenmesi. Proje No:618-1A,002

- Başkan,O., Ünver, İ., Tarakçıoğlu, C.,2000.Yüzey toprağı stabilizasyon yöntemlerinin arazide karşılaştırılması.Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi.263-275, Cilt:24, Sayı2
- Bauder, T.A., Broner I.,Waskom R.M.(2004) Nitrogen and Irrigation Management.Colorado State Universty:Cooperative Extension-water resource specialist.. 3/99. Revised 1/04.-Agriculture August 23, 2004.
- Bayraklı, F.,1987.Toprak ve Bitki Analizleri.Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:17,Samsun
- Blake,G.R. and Hartge, K.H.1986.Bulk dansity.In methots of soil analiysis, part I.,Phsical and mineralogical Methods,368-375.ASA and SSSA.Agronomy Monograph No:9 Madison, Wisconsin USA
- Bredakis , E.J., Steckel,J.E., 1963.Leachable Nitrogen from Soils Incubated with Turfgrass Fertilizer.Agron.J.55,S:145-147
- Bouyoucos, G.D,1951.A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil.Agronomy Journal,43;434-438
- Bremner, J.M., 1965.Methods of Soil analysis.Part 2. Chamilal and Microbiological Properties.Ed. A.C.A. Black Amer .Soc Of Argon İnc. Pub. Argon. Series No Madison USA
- Catchpoole V.R., Oxenham D.J., Harper L.A., 1983. Transformation and Recovery of Urea Applied to Grass Pasture in Sutheastem Queensland. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 23:80-86.
- Craig J.R.,Wollum W.G.II.,1982.Ammonia volatilization and soil nitrogen changes after urea and ammonium nitrate fertilization of Pinus Taeda L.,Soil Sci. Soc. Am.J.,46:409-414.
- Daudén, A., Quilez , D., Vera ,M. V.,2003. Pig Slurry Application and Irrigation Effects on Nitrate Leaching in Mediterranean Soil Lysimeters. Technical reports. Waste Management. Published in J. Environ. Qual. 33:2290-2295



(2004). Unidad de Suelos y Riegos, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón Apdo. 727, 50080-Zaragoza, Spain

David J., Colangelo and Mark H. Brand (2001). Nitrate Leaching beneath a Containerized Nursery Crop Receiving Trickle or Overhead Irrigation. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America Journal of Environmental Quality 30:1564-1574 (2001)

Doorenbos. J., Kassan. A.H.,1979. FAO Irrigation and Drainage Paper 33 Yield Response to Water.(p:193)1979-Rome

Duygu.A.E.,2004Kuraklık ve Çevre Fizyolojisi Ders Notları,ANKARA

Düzgüneş, O.,1987.Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları II)Ank. Üni.Ziraat Fak. Yayınları,Ders Kitabı:295.Ankara

Ergene,A.,1976 Topraklardan nitrojen kaybı ve bu kaybı önlemede nitrifikasyonu önleyici maddeler ile yavaş ayrışan nitrojenli gübreler.Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.3(2):103-122

Esengün, K., Kargacier, O., Akçay, Y., 1994. Seçilmiş Bir Bölgede Tarımsal Araştırma Kuruluşlarına Önerilen Gübre Kullanımı ile Üretici Uygulamalarının Karşılaştırılması ve Optimal Gübre Kullanım Düzeyinin Belirlenmesi (Tokat İli Örneği), Türkiye I. Tarım Ekonomisi Kongresi, 8-9 Eylül 1994, İzmir, s, 141-149.

FAO, 2004. [faostat.fao.org/faostat/form collection=Fertilizers&Dom](http://faostat.fao.org/faostat/form%20collection=Fertilizers&Dom)

Fenn L.B., Miyamoto S.,1981.Amonia loss and associated reactions of urea in calcareous soils. Soil Sci. Soc.Am.J.,45:537-540

- Fried, M., Broeshard, H.,1967.The Soil-Plant System in Relation to Inorganic Nutrition.Academic.Press.New York, London.
- Funk,R., Maidl,F.X.,Wanger, B. Ve Fıshbeck, G.1995.Vertikaler wasser-und nitrattransport in tiefere bodenschichten süddeutscher ackerstandorte.(Vertical Water and Nitrate Movement into Deeper Soil Layers on Fields Located in The South of Germany. Z. Pflanzenernahr.Bodenk.,158,399-406
- Grove W.C.,Stoddart,J.H.,Basheeruddin,A.T. and Thom,W.C.,1996.Nitrate leaching under com is not well related to choice conservation tillage system
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O.,Öztürk, A.,1992.Yıkama suyu kalitesinin toprak kolonunda oluşturduğu iyon değişimlerinin belirlenmesi.Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1242(Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:683).1992 ANKARA
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O.1996.Sulama.Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1443 Ders Kitabı:424 ANKARA
- Haktanır,K ve Arcaç, S.1997.Toprak Biyolojisi.Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.Yay.No:1486,Ders Kitabı.447,Ankara
- Hargrove W.L.,Kıssel D.E.,1979. Ammonia volatilization from surface application of urea in the field and laboratory .
- Herron,G.M., Therman, G.L.,Drier, A.F. and Olson, R.A., 1968. Residual nitrat nitrogen in fertilized deep Loess-derived soils.Agron J.60.s:477-482.
- Hızalan,E. ve Ünal , H.,1966.Topraklarda önemli kimyasal analizler.A.Ü.Ziraat Fak. Yay.:278, Yardımcı Ders Kitabı:97,Ankara
- IFA., 2002.<http://www.fertilizer.org/ifa/statistics/STATSIND/cnworld.asp>

Jackson,M.L.1962.Soil Chemical Analysis Prentice Hall.Inc.Cliffs.USA

Kacar,B.,1984.Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.. Yay No:899.Ders Kitabı 250.Ankara. Soil Sci. Soc.Am.J.,43:359-363

Kacar,B.,1972. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak.. Yay No:2.453,Uygulama Klavuzu 155.A.Ü.Basimevi, Ankara

Karaman,B.R., Brohi,A.R., 1996.Değişik azot kaynaklarının Aluviyal ve koluviyal topraklarda yetiştirilen domates bitkisinin (*Lycopersicon Esculentum L.*) verim ve kalite özellikleri ile toprak profilinde nitrat yıkanmasına etkisi.Mersin ÜniversitesiMüh. Fak.Tarım ve Çevre İlişkileri Semp.13-15 Mayıs 1996, Mersin

Krause, H.H.,1968. Movement of Fallapplied Nitrogen in Sandy Soil.Canadian J.Soil Sci. 48,s:363-365

Küçükkoca,N.,1989.Gübredeki Azotun Topraktan Kaybı.Hasad Derg.Aralık s:19-20

Kün, E.1997.Tahıllar II(Sıcak İklim Tahılları)A.Ü.Z.F.Yayınları No:1452, Ders Kitabı;432,Ankara

Malzer .G,1982, University of Minnesota Soil Science Series: Rosen.C, 1992, University of Minnesota Soil Science Series

McDonald. C.A., Menzies. N.W.,Dart.P.,Bigwood. R.C.,2004. Nitrogen balance for an agroforestry system irrigated with a saline, high nitrogen effluent. School of Land and Food Sciences, The University of Queensland, St Lucia, 4072, ISBN 1 920842 26 8 SuperSoil 2004 Published by The Regional Institute

- OLHAN, E., 2000. Türkiye’de Gübre Sübvansiyon Politikaları. İçel İli Turunçgil Üreticileri Açısından Bir Değerlendirme, Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayınları, Ankara, 74s.
- Öztan, B. ve Ülgen, H. 1961.Saturasyon Çamurunda ve Ekstraktında Tuz Tayinleri.Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.Teknik Yayın No:7:1-43
- Öztürk, A. ve Çakmak, B., 1996. Tarım Topraklarının Korunması Açısından Sulama Suyu Kalitesinin Önemi.Topraksu Dergisi.Kültür Teknik Derneği Yayınları 96/3-17
- Panitkim, V.A., Perepravo, N.I., Dzikovich, K.A.,1984.Ways of Decreasing Nitrogen Losses due to Leaching and Increasing Nitrogen Fertilizer Effectiveness on a Sandy Loamy Derno-Podzolic Soil AgroChimia (2):3-7
- Pradhan. R., Izauralde.R.C. , Nyborg. M., Malhi. S.S.,1992. Department of Renewable Resources, University of Alberta, Edmonton AB T6G 2E3. Lacombe Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Lacombe, AB T0C 1S0.
- Phene,C.J.,Davis,K.R.,Hutmacher,R.B.,Bar-Yosef,B.,Meek.D.W.,1990.Effect of night frequency surface and surface drip irrigation on root distribution of sweet corn.İrr.Sci.,12:135-140.
- Richards,L.A.1954.Diagnosis of saline andalkaline soils.U.S.Dept.Agr . Handbook 60,109
- Riley, W.J.,Ortiz-Monasteria and. Matson,i.,P.A.2001.nUTRIENTcYCLİNG İN Agroecosystems 61:223-236
- Sağlam,M.T., 1979.Doğu Karadeniz Yöresi ile Iğdır ovası,Erzurum Hasankale ve Erzincan ovası topraklarında amonyum fiksasyonu ile potasyum arasındaki bazı ilişkiler, mineralize olan nitrojen ve nitrojenli kayıplar üzerinde bir araştırma.Atatürk Üniv.Yay:220, Araştırma Serisi No:142

- Salter,P.J.,Williams, J.B.1967.The influence of texture on the moisture characteristics of soils. J. of Soil Sci.18:174-181
- Sattell. R., R. Dick. R., Hemphill. D., J. Sekler. J., Brandi-Dohrn .F., Minchew. H., Hess. M., Sandeno. J., and Kaufman. S. October 1999. Nitrogen Scavenging: Using Cover Crops to Reduce Nitrate Leaching in Western Oregon EM 8728
- Scokart, P., Guns, M ., Meeus-Verdınnew, K.,1992. Lysimeter Study of Nitrate Leaching in a Three Years Rotation:Wheat/Baryley/Maize.Revue de l Agriculture 45 (2) : 427-433
- Scott, C.,Killpact,S.C. andBuchhoiz,D.,1993.Nitrogen in the Environment:Leaching.Water quality initiative publication WQ262-Revieied October 1.
- Steward, B.A., and Eck, H.V., 1958.The movement of fertilizer Application.Soil fertility and fertilizer.The Macmillan Company Collier macmillon limited, london.
- Tekinel,O., Kanber, R., 1989.Pamuk Sulamasının Genel İlkeleri.Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders KitabıNo:18, ADANA
- Tahoun, S.A.,Fauda, E.E., Mohamed,I.R., Ibrahim, M.E. 1993.Quantification of soil nitrogen losses by leaching under defferent field conditions egyptian journal of soil science. 33(2):111-124
- Usta, S., Başkaya,H.S., Tan, A. Ahır Gübresi Verilen Bir Kahverengi Toprakta  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NH}_4^+$  İyonlarının Profildeki Dağılımının Zamana Bağlı Değişim,1989 Toprak İlmi Derneği 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri .Yay. No:5 Ankara
- Usta.S., Sözüdoğru.S., Haktanır. K., 1992.Değişik Azot Formları İlave Edilen Toprakta Azot Mineralizasyonu ve Nitrifikasyona Farklı Sıcaklık ve Su Düzeylerinin Etkisi.Ziraat Fakültesi Yıllığı-1992 Cilt:41- ANKARA

Usta,S., 1995.Toprak Kimyası. Ank. Ü.Ziraat Fak. Yay.no:1387,Ders Kitabı.401,Ankara.

Ülgen, N.,Yurtsever,N., 1995.Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi.TCKHGM.Toprak Gübre ve Gübre Arş. Enst. Yayınları.Gen. Yay. No:T 66,Ankara

Wright. J, Bergsrud. F, Rehm. G, Rosen. C, Malzer. G and Montgomery .B,2002, U.S. Department of Agriculture, Extension Service, under special project number 91-EWQI-1-9265.

Yıldırım, O.,Selenay, F.,(1988) Harran Ovasında Yüzey Sulama Yöntemlerinin Uygulanabilme Olanakları.Ziraat Fakültesi Yıllığı.Cilt:39 No:1-2

## **EKLER**

- EK.1** Başlangıçta deneme parselinin 5 ayrı noktasından alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri ve gübreleme sonrası ortalamalar
- EK.2** Gübrelemeden 15 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri
- EK.3** Gübrelemeden 30 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri
- EK.4** Gübrelemeden 45 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri
- EK.5** Gübrelemeden 75 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri
- EK.6** Gübrelemeden 105 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri
- EK.6** Birinci sulamanın hemen sonrası ve ikinci sulamaların hemen sonrasında azot takibi amacıyla 3. ve 6. günlerde yapılan analiz sonuçları (Değerler istatistik değerlendirmede kullanılmayan tek paralelli ek bilgi parsellerinden elde edilmiştir.)

**EK.1** Başlangıçta deneme parselinin 5 ayrı noktasından alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri ve gübreleme sonrası ortalamalar

DERİNLİK	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)					$\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
20	2.3	1.917	1.04	4.64	1.95	12.13	8.17	10.59	10.54	12.52
40	1.57	0	1.31	0.94	0.46	12.14	0	15.14	11.6	6.74
60	0.25	1.12	0.54	0.65	0.22	7.6	2.3	5.4	10.48	3.97
80	0.41	0	0.52	2.37	1.197	0.51	1.22	4.1	7.42	2.68
GÜBRELEME SONRASI ORTALAMA $\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ						GÜBRELEME SONRASI ORTALAMA $\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ				
DERİNLİK	ORTALAMA $\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)					ORTALAMA $\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)				
20	42.368 (40 ppm) gübreleme sonrası					50.79(40 ppm) gübreleme sonrası				
40	0.856					9.12				
60	0.556					5.95				
80	0.9					3.18				



**EK.2** Gübrelemeden 15 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri

DERİNLİK	TEKERRÜR	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)			$\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)		
		YAĞMUR.	KARIK	DAMLA	YAĞMUR.	KARIK	DAMLA
20	1	12,63	3,92	5,28	14,440	4,610	3,190
20	2	4,48	6,44	5,33	1,740	11,400	6,650
20	3	2,26	17,75	2,38	2,420	16,400	2,750
40	1	26,18	5,86	9,18	18,970	7,570	4,080
40	2	2,54	4,62	7,12	4,420	7,450	27,230
40	3	3,09	14,40	5,71	2,120	17,700	3,660
60	1	11,40	7,80	6,65	3,130	8,600	1,580
60	2	3,76	6,75	3,47	4,010	4,980	4,060
60	3	4,74	7,58	3,78	3,570	13,360	3,780
80	1	16,32	4,12	7,30	10,600	6,020	0,600
80	2	2,80	4,93	4,56	3,260	4,870	2,230
80	3	4,64	5,65	10,41	6,750	9,360	7,010

**EK.3** Gübrelemeden 30 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri

DERİNLİK	TEKERRÜR	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)			$\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)		
		YAĞMUR.	KARIK	DAMLA	YAĞMUR.	KARIK	DAMLA
20	1	3,32	4,04	2,47	1,220	1,310	1,300
20	2	8,40	6,38	1,78	2,250	2,160	1,140
20	3	7,75	5,02	2,08	4,840	1,380	0,580
40	1	1,94	3,52	3,52	1,540	3,930	4,640
40	2	8,07	3,94	3,94	1,060	2,450	7,290
40	3	3,47	7,85	7,85	6,820	2,860	2,170
60	1	1,51	4,95	2,12	2,480	1,380	7,230
60	2	5,40	5,21	2,41	3,030	5,090	3,290
60	3	3,16	4,89	2,94	9,640	3,430	1,420
80	1	1,31	4,65	2,86	3,000	2,880	10,500
80	2	12,52	4,25	2,49	5,650	3,640	3,700
80	3	5,78	2,73	1,73	9,370	3,020	0,790

**EK.4** Gübrelemeden 45 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri

DERİNLİK	TEKERRÜR	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)			$\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)		
		YAĞMUR.	KARIK	DAMLA	YAĞMUR.	KARIK	DAMLA
20	1	2,37	2,17	1,54	0,490	0,310	0,320
20	2	3,49	1,83	1,12	1,090	0,194	0,080
20	3	2,84	1,91	2,95	0,170	0,020	0,290
40	1	3,61	3,47	4,37	0,460	0,650	0,690
40	2	4,17	1,30	2,77	0,860	0,920	0,100
40	3	2,15	1,10	1,72	0,210	0,040	0,150
60	1	2,65	2,30	1,52	0,750	3,900	0,030
60	2	2,65	1,56	0,78	3,380	4,380	0,020
60	3	1,33	1,36	1,93	0,820	0,060	0,090
80	1	2,38	1,90	0,82	1,890	3,920	0,010
80	2	2,91	1,68	0,85	2,380	4,380	0,020
80	3	2,15	1,73	3,02	0,860	0,030	0,310

**EK.5** Gübrelemeden 75 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri

DERİNLİK	TEKERRÜR	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)			$\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)		
		YAĞMUR.	KARIK	DAMLA	YAĞMUR.	KARIK	DAMLA
20	1	1,03	0,35	3,50	0,150	0,140	0,450
20	2	1,71	0,38	2,07	0,160	0,020	0,120
20	3	0,75	0,86	1,61	0,160	0,170	0,120
40	1	1,14	0,58	3,08	0,350	0,270	0,090
40	2	0,66	1,03	1,85	0,020	0,100	0,030
40	3	0,79	0,60	1,38	0,110	0,090	0,030
60	1	1,56	0,76	1,06	0,010	0,020	0,050
60	2	1,54	0,34	0,98	0,270	0,020	0,040
60	3	1,14	0,47	0,91	0,010	0,230	0,050
80	1	0,88	0,37	1,34	0,020	0,090	0,100
80	2	0,81	0,51	0,85	0,090	0,020	0,040
80	3	0,68	0,36	0,37	0,680	0,010	0,030

**EK.6** Gübrelemeden 105 gün sonra deneme parsellerinden alınan derinlik örneklerinde  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  ve  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  değerleri

DERİNLİK	TEKERRÜR	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)			$\text{NO}_3^-\text{-N}$ DEĞERLERİ (ppm)		
		YAĞMUR.	KARIK	DAMLA	YAĞMUR.	KARIK	DAMLA
20	1	0,47	0,60	1,21	0,030	0,350	0,017
20	2	0,05	0,44	0,57	0,010	0,110	0,008
20	3	0,27	0,52	0,60	0,022	0,107	0,012
40	1	0,32	0,66	0,25	0,019	0,020	0,008
40	2	0,22	0,74	0,82	0,017	0,020	0,010
40	3	0,28	0,68	0,50	0,012	0,020	0,010
60	1	0,37	0,61	0,56	0,011	0,102	0,024
60	2	1,64	0,32	1,48	0,080	1,014	0,040
60	3	0,70	0,17	0,96	0,040	0,080	0,040
80	1	0,72	0,84	0,08	0,020	0,720	0,024
80	2	0,48	0,10	0,03	0,180	0,012	0,100
80	3	0,55	0,42	0,06	0,020	0,320	0,060

**EK.6** Birinci sulamanın hemen sonrası ve ikinci sulamaların hemen sonrasında azot takibi amacıyla 3. ve 6. günlerde yapılan analiz sonuçları (Değerler istatistik değerlendirmede kullanılmayan tek paralelli ek bilgi parsellerinden elde edilmiştir.)

Alınma zamanı	Alınma derin.	YAĞ.	KAR.	DAM.	KONT.	YAĞ.	KAR.	DAM.	KONT.)
		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
ppm									
3. GÜN	0-20	7,26	34,75	5,7	47.2	4,34	17,09	10	50
	20-40	10,59	14,54	13,51	1,1	20,22	25,74	14,09	11,45
	40-60	19,02	4,98	8,42	0,415	18,09	6,8	10,55	6,86
	60-80	15,09	40,9	3,16	0,86	11,9	27,65	4,54	3,677
6. GÜN	0-20	12,747	36,46	4,85	46.3	8,73	25,44	2,08	49.4
	20-40	3,7	4,82	3,89	0,94	5,44	7,24	3,3	11,6
	40-60	3,82	3,12	3,47	0,65	5,3	2,78	2,9	10,48
	60-80	1,9	5,12	2,03	2,37	2,9	4,1	3,35	7,42

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Gürkan ÖZÇELİK

Doğum Yeri: Ankara

Doğum Tarihi: 1977

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Balgat Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi-Bilgisayar Teknik Lisesi-1994

Lisans:Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü-1999

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü-2002

Çalıştığı Kurumlar/Kurumlar ve Yıl

Peyzaj Alanında: 1999-2001

Akıncılar Hd. Tk. Krk. Komutanlığı (Asteğmen):2001-2002

Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü:2003-2005