



Farklı Sulama Yöntemlerinin Topraktaki Amonyum ve Nitrat Azotu Kapsamlarına Etkisi*

Gürkan ÖZÇELİK¹

Sadık USTA¹

Geliş Tarihi: 03.03.2008

Kabul Tarihi: 27.05.2008

Öz: Bu çalışmayla, farklı sulama yöntemlerinin, topraktaki amonyum ve nitrat azotunun etkili kök bölgesindeki(0-80 cm) ıhareketine ve yıkanmasına etkisi araştırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri tarla denemesi şeklinde kurulmuş olup, mısır bitkisi yetiştirilmiş ve ekimle birlikte amonyum nitrat gübresi tek seferde uygulanmıştır. Bitki gelişim periyodu sürecinde etkili kök bölgesi derinliklerinden (20cm lik aralıklarda) alınan örneklerde amonyum ve nitrat azotları belirlenerek taşınma , nitrifikasyon ve kayıplar araştırılmıştır. Damla, karık ve yağmurlama sulama yöntemlerinin kök bölgesindeki amonyum–nitrat hareketlerine etkisi birbirinden farklı bulunmamıştır. Farklı çıkmasının nedeni her üç yöntemde de verilen su miktarlarının birbirine yakın değerlerde olması olabilir. Denememizde ilk sulamalarla azot kaybının fazla miktarda gerçekleştiği görülmüştür. Kaybın önlenmesi amacıyla azotlu gübrelemenin mümkün olduğunca parçalara ayrılarak ve bitki azot alımının en fazla olduğu dönemlerde yapılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağmurlama sulama, damla sulama, karık sulama, amonyum, nitrat, yıkanma

Effect of Different Irrigation Methods on Soil Nitrate and Ammonium Contents

Abstract: 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 (0-80 cm).The experiment was restablished as randomized plot of lands and to be contented with maize. In experiment the ammonium and nitrate has done with sowing one time. From effective root zone, during plant developing (0-20)cm in depth to take of sample in different time to do analysis with in the trial plot to fallow ammonium and nitrate and found loss.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 trough the first irrigation application more of them were leached. To percent the leaching nitrogen from the upper part of the root zone, it is recommented to give the total amount in time period.

Key Words:Springler irrigation, drip irrigation, furrow irrigation, ammonium, nitrate, leaching

Giriş

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 kimyasal gübreler içerisinde en yüksek payı almaktadır. Toprakta azotu belli bir seviyede tutmanın zorluğu ve bitkiler için gereken azotu temin etmenin yüksek maliyeti, topraklara uygulanan azotlu gübrelerden bitkilerin faydalanma derecesinin ve çeşitli şekillerde kaybolan azotun bilinmesini son derece önemli kılmaktadır.

Yapılan bilimsel ve istatistik çalışmaların işaret ettiği bir durum olarak, çölleşme ve kurak iklim koşullarına geçiş şartları giderek artmaktadır. 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 sulama ve gübreleme sorununa da yol açmaktadır. Bu ise topraktaki hareketliliği çok fazla olan azotun başta nitrat olmak üzere amonyum iyonları ile birlikte toprak içerisinde taşınmasına ve

*Yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

¹Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Ankara

aşırı sulamalar sonucu yıkanarak kaybına 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 ve Broeshart 1967). Aşırı azotlu gübre kullanımı ve sulamayla meydana gelen yıkanmalar sonucu su kaynaklarının da kirlenmesine, insan ve hayvanların sağlığını tehdit eder hale gelebilmektedir (Kaplan ve ark. 1999, Sönmez ve ark. 2007)

Bilindiği üzere bitkiler yüzeyden itibaren etkili kök derinliği boyunca bitki besin maddelerinden yararlanabilmektedir. Bu sebeple bitki besin maddelerinin özellikle de azotun profil içerisinde etkili kök bölgesi boyunca hareketi önem kazanmaktadır (Phene ve ark.1990, Grove ve ark. 1996, Riley ve ark. 2001). Ülkemizde de giderek önem kazanan ve artış gösteren sulu tarım alanlarında, yıkanmanın da devreye girdiği etkili kök bölgesi boyunca meydana gelen NH_4^+ -N ve NO_3^- -N hareketi üzerine yapılmış çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

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 imkânı sağlanabilir (Bauder ve ark. 2004).

Bu araştırmanın amacı da damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama yöntemlerinin toprakta NH_4^+ -N ve NO_3^- -N hareketi ve dağılımı üzerine etki bakımından farklılıklar gösterip göstermediğini ortaya koymak ve gübreleme-sulama ilişkisinin, uygulamaya dönük olarak elverişli şekilde yapılabilmesine katkı sağlayabilecek değerler kazandırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Toprak materyali : Deneme Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nün araştırma-deneme sahasında bulunan Entisol toprak grubuna ait sahada ÖZÇELİK, G. ve S. USTA, "farklı sulama yöntemlerinin topraktaki

oluşturulmuştur. Deneme toprağına ilişkin genel özellikler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Sulama yöntemi olarak; damla sulama, yağmurlama sulama ve karık sulama yöntemleri seçilmiştir.

Sulama materyali : Damla sulama yöntemlerinin tesis edilmesinde, fabrika katalog değerlerinin karşılaştırmalı kontrolü ile (basınç-debi) belirlenen debi ayarlı on line damlaticılar kullanılmıştır. Yağmurlama sulama yöntemi tesis edilirken, fabrika katalog değerlerinin karşılaştırmalı kontrolü ile (basınç-debi) belirlenen açısı ayarlanabilir olan yağmurlama başlıkları (45°x4 adet/parşel) kullanılmıştır. Karık sulama yöntemi, gravimetrik yöntemle belirlenen verilecek sulama suyu miktarları, karıklara hortumla ve her defasında debi ölçümü yapılarak verilmiştir.

Deneme de sulanan alanlarda yetiştirilebilen bir bitki olarak mısır bitkisi tercih edilmiştir.

Gübre materyali : Deneme parsellerinde sulama yöntemlerinin topraktaki hem NH_4^+ hem de NO_3^- azotu hareketi üzerine etkisinin gözlemlenmesi amacıyla %33'lük amonyum nitrat gübresi kullanılmıştır. Fosforlu gübre, triple süper fosfat olarak verilmiştir.

Tesadüf parselleri deneme desenine uygun bir şekilde üç sulama yöntemi konulu olarak tarla denemesi kurulmuştur. Denemede sulama yapılan tüm

Çizelge 1. Deneme toprağıının genel özellikleri

Özellik	Derinlikler cm			
	0-20	20-40	40-60	60-80
% Kum	26.9	27.9	29.9	36.9
% Silt	30.4	30.4	32.4	33.4
% Kil	42.7	41.7	37.7	29.7
Bünye	C	C	CL	CL
% Saturasyon	77	69	68	59
Hacim ağırlığı gr cm^{-3}	1.36	1.37	1.37	1.32
% Nem	7.98	7.68	7.54	6.91
Tarla kapasitesi (%)	38.62	38.57	36.86	31.78
Solma noktası (%)	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 (0-20cm)				
% org. madde	2.04			
% kireç	5.2			
İnfiltrasyon kapasitesi	1 cm/h			

amonyum ve nitrat azotu kapsamına etkisi"

parsellere NH₄-N ve NO₃-N gübrelemesi 40 ppm NH₄-N, 40 ppm NO₃-N olacak şekilde toplam 80 ppm azotlu amonyum nitrat gübresi tek seferde uygulanmış ve mısır ekimi yapılmıştır. Deneme konuları üç tekrarlamalı olarak ele alınmıştır.

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). Sulama suyu miktarları topraktan periyodik aralıklarla belirtilen derinliklerden alınan örneklerde nem tayini yapılarak belirlenmiştir ve sulamalar, damla sulama yönteminde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30 u tüketildiğinde, yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinde ise kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50 si tüketildiğinde yapılmıştır (Güngör ve ark. 1996).

Örnekleme zamanları ve derinlikleri: İlk sulama tarihi (02.7.2004) deneme başlangıcı kabul edilerek bu tarihten itibaren mısır bitkisinin farklı vejetasyon devrelerinde (15.gün-çimlenme çıkış, 30.gün-vejetatif gelişme, 45. gün-çiçeklenme başlangıcı, 75.gün-dane olum, 105.gün-hasat) ve toprak profilinin 0-20, 20-40, 40-60, 60+ cm derinliklerinden tirbuşon burğu ile alınan örneklerde amonyum (NH₄⁺) ve nitrat (NO₃⁻) azotu tayini yapılarak yayayışlı azot hareketi gözlemlenmiştir (Usta ve ark.. 1989). Ayrıca ilk 15 günlük dönemde sulamaya bağlı olarak profil boyunca amonyum ve nitrat azotu hareketi hakkında daha detaylı bilgi edinilmesi amacıyla her sulama yöntemine ait tek parsellik deneme kurulmuş bunlarda ilk sulamanın hemen sonrası (3.gün) ve ikinci sulama sonrası (6.gün) örnekleme yapılarak (NH₄⁺) ve nitrat (NO₃⁻) azot değerleri tayin edilmiştir. (Bu değerler istatistik analizlerde kullanılmamıştır).

Toprakların kum, silt, kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir. Toprakların tarla kapasitesi, 1/3 atm basınç altında çalışabilen seramik levha kullanılarak tayin edilmiştir (Salter ve Williams 1967).Toprakların solma noktası, 15 Atm basınç altında yerçekimine karşı tutabildikleri su miktarıdır. Membranlı levhalı basınç ölçme aletleri ile tayin edilmiştir (Richards 1954). Örneklerin 105 oC de sabit ağırlığa kadar kurutma fırınında bekletilmesiyle bulunan değerler kuru ağırlığın %'si olarak belirlenmiştir (Bayraklı 1987). Araştırma örneklerinin toplam azot içerikleri Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir (Bremner 1965). Potasyum klorür çözeltilisinin ilavesi ile elde edilen süzükte, NH₄⁺-N için MgO, NO₃⁻-N için devarda ilave edilerek bu formların borik asit ile toplanması ve 0.005 N H₂SO₄ ile

titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Bremner 1965) toplanması ve 0.005 N H₂SO₄ ile titrasyonu sonucu belirlenmiştir (Bremner,1965). Denemeden elde edilen sonuçların MINITAB paket programıyla varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar MSTAT programında DUNCAN testi yapılarak saptanmıştır (Düzgüneş, 1987)

uncan ve ark..

Toprak profilinden elde edilen ilk nem değerleri Çizelge .2'de verilmiştir.

Sulama suyu miktarları; 30, 60, 90 cm toprak derinliğindeki mevcut nem tarla kapasitesine getirilecek şekilde hesaplanmıştır (Güngör ve ark. 1996). Hesaplamalar sonucu ilk sulama suyu miktarı 105.67mm olarak bulunmuştur.

Damla sulama yöntemi ile parsellerin ıslatılan alanı aşağıdaki eşitlikle (Çizelge 3) belirlenmiştir.

$$d = \frac{(TK-SN)R_v}{100} \cdot \gamma_t D$$

D:İslatılacak alan derinliği (cm)

d :Verilecek sulama suyu miktarı (mm)

P_w:Tarla Kapasitesi-Solma Noktası (%)

γ_t :Toprak hacim ağırlığı (g/cm³)

R_v:Kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmı

TK: Tarla Kapasitesi (%)

SN: Solma Noktası (%)

Hesaplanan miktarlar 02-05-2004 tarihinde deneme parsellerine verilmeye başlanmıştır (Çizelge 4a ve b)

Çizelge 2. Toprak profilinden elde edilen başlangıç % nem değerler

Derinlik (cm)	1. Paralel	2. Paralel	3. Paralel	Ortalama
0-20	9.72	10.78	9.56	10.02
20-40	17.99	17.97	16.97	17.64
40-60	15.74	18.02	17.55	17.10
60-80	15.99	14.64	16.12	15.58

Çizelge 3. Damla sulama yönteminde ıslatılan alan hesabı

Tarih	Nem Açığı %	Islatılan Toprak Derinliği (cm)	Verilen Su Miktarı (L)
02-07-2004	26.0	30	956
07-07-2004	8.6	30	316
12-07-2004	8.7	30	320
18-07-2004	10.5	30	386
24-07-2004	10.5	30	386
30-07-2004	11.0	30	404
05-08-2004	11.0	60	811
11-08-2004	10.5	60	774
17-08-2004	11.5	60	848
22-08-2004	9.7	60	715
28-08-2004	11.5	60	848
04-09-2004	11.0	60	811
11-09-2004	10.5	60	774
17-09-2004	11.5	90	1262
23-09-2004	10.7	90	1174
28-09-2004	8.0	90	878
31-09-2004	5.5	90	603
Toplam			Toplam
90 gün			12266

Bulgular

Tarih	Nem Açığı %	Islatılan Toprak Derinliği (cm)	Verilen Su Miktarı (L)
02-07-2004	26	30	898
06-07-2004	6.5	30	219
09-07-2004	5.0	30	178
12-07-2004	5.2	30	185
16-07-2004	6.1	30	216
20-07-2004	6.3	30	224
23-07-2004	5.0	30	177
26-07-2004	5.0	30	190
30-07-2004	6.4	30	455
02-08-2004	5.2	60	371
06-08-2004	5.0	60	356
10-08-2004	6.4	60	455
13-08-2004	4.9	60	349
17-08-2004	6.2	60	440
21-08-2004	6.4	60	455
25-08-2004	6.6	60	469
29-08-2004	6.8	60	483
03-09-2004	6.9	60	490
07-09-2004	7.1	60	504
11-09-2004	6.8	90	719
15-09-2004	6.7	90	708
19-09-2004	6.9	90	729
23-09-2004	7.0	90	740
27-09-2004	6.7	90	708
31-09-2004	6.8	90	718
Toplam			Toplam
90 gün			11436

$$\begin{aligned} \text{Damlaticı aralığı} &= 0,9\sqrt{q/l} \quad \text{Islatılan alan} \% = 100 \cdot \frac{\text{dam. aralığı}}{\text{lateral aralığı}} \\ &= 0,9\sqrt{4/10} \\ &= 0,569 \text{ cm} \quad \text{Islatılan alan} \% = 100 \cdot \frac{0,569 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} \end{aligned}$$

q= damlaticı debisi
l= İnfiltrasyon kapasitesi(mm/h)

Islatılan alan =%95

Karık (KAR), yağmurlama (YAĞ) ve damla (DAM) sulama yöntemi ile sulanan parsellerin örnekleme dönemlerine kadar yapılan sulama miktarları Çizelge 4a ve 4b de, bu dönemlerde profil derinliği boyunca belirlenen amonyum ve nitrat azotu değerlerinin ortalamaları da Şekil 1'de verilmiştir. Karık sulama yönteminde; 0-80 cm lik profil derinliğinde 44,2 ppm olan değişebilir+serbest amonyum miktarı 15. güne kadar verilen 190 mm sulamaya paralel olarak 32,3 ppm değere azalmıştır. Profil derinliğindeki azalış miktarı % 26,9 (11,9 ppm) dur. Başlangıçta profilde toplam 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) %50,7'lik 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

Çizelge4a. Damla sulama yöntemiyle yapılan sulamalar.

5

Yağmurlama sulama yönteminde ise; 0-80 cm profil derinliğinde 44,2 ppm lik toplam amonyum miktarı 15. güne kadar verilen 190 mm sulamalara paralel olarak 32,0 ppm' lik değere azalmıştır. Profil derinliğindeki azalış miktarı % 28,32 (12,2 ppm) dur. Bu miktar aynı zamanda % 26,9 amonyum azalması gösteren karık sulama parsellerine yakın değerlerdedir. 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 lik azalma kaydetmiştir. Kayba uğrayan nitrat miktarı gübre ile verilen miktardan dahi bir miktar fazladır. Bitki alımının tam olarak gerçekleşmediği dikkate alınırsa nitratın büyük bir kısmının karık sulama yönteminde olduğu gibi kayba uğradığını görmekteyiz.

Damla sulama yönteminde: 15 güne kadar verilen 190 mm sulama suyu sonucu 0-80 cm lik profil boyunca mevcut NH_4^+ -N miktarı 23,6 ppm bulunmuştur. Profildeki toplam azalış %46,2 yani 20,6 ppm olmuştur. 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). Başlangıçta 0-80 cm ÖZÇELİK, G. ve S. USTA, "farklı sulama yöntemlerinin topraktaki amonyum ve nitrat azotu kapsamalarına etkisi"

profil derinliğinde 69.1 ppm nitrat azotu mevcut iken henüz bitki alımının tam gerçekleşmediği ilk 15 günlük dönemde bu değer 22.2 ppm lik değere azalmıştır.

271

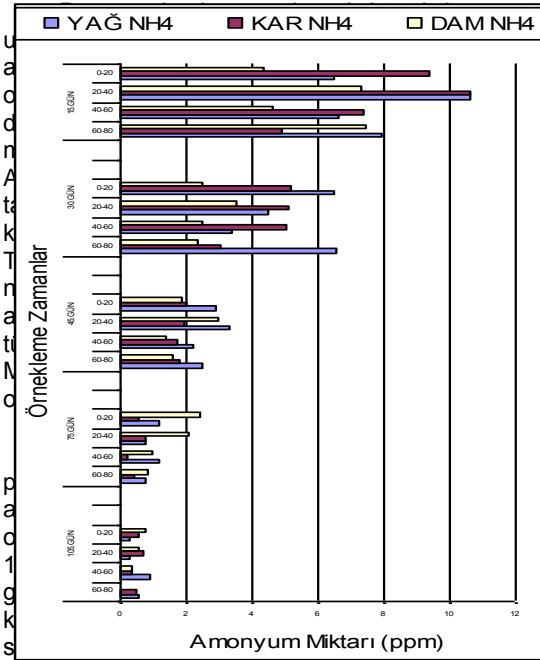
Nitrat miktarı (46.9 ppm) %66.7lik azalma kaydetmiştir. Kayba uğrayan nitrat miktarı gübre ile verilen nitrat miktardan dahi bir miktar fazladır. Damla sulama yöntemi ile sulanan parsellerde 15. gün amonyum ve nitrat kayıpları yağmurlama ve karık sulama parsellerine göre bir miktar daha fazladır. Ayrıca diğer iki sulama yöntemi ile sulanan parsellerde olduğu gibi bu parsellerde de bitki alımının tam olarak gerçekleşmediği dikkate alınır ise ortamdan kayba uğrayan nitrat miktarı fazla olmuştur.

Tartışma ve Sonuç

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.gün-tane olum ve 105.gün-hasat) alınan toprak örneklerden elde edilen sonuçlara (Şekil 1) baktığımızda, 15. gün örneklemeğinde 0-20 cm derinlikte $\text{NH}_4^+\text{-N}$ değerlerinin yağmurlama sulamada 6.5 ppm iken 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 parsellerin 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.

Sulama yöntemlerinin $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 'nin toprak profilinde zaman içerisinde dağılımına etkisinin araştırılması amacı ile yapılan varyans analizinde sulama yöntemleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte üç sulama yöntemine ait parsellerde derinlik-zaman interaksyonları önemli David ve Brand (2001) da farklı sulama yöntemi ve su miktarları ile yaptığı denemede benzer şekilde nitrat yıkanması tesbit etmişlerdir.

İstatiksel olarak bulunmuştur (Çizelge 6 ve Çizelge 7). Sulama yöntemleri aralarında zaman içerisinde profil boyunca $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 'nin dağılımına etkisi açısından önemli farklılıkların oluşmamasının sebebi, üç sulama yönteminde de parsellere birbirlerine yakın miktarlarda sulama suyu uygulanmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 4 ve Çizelge 5).

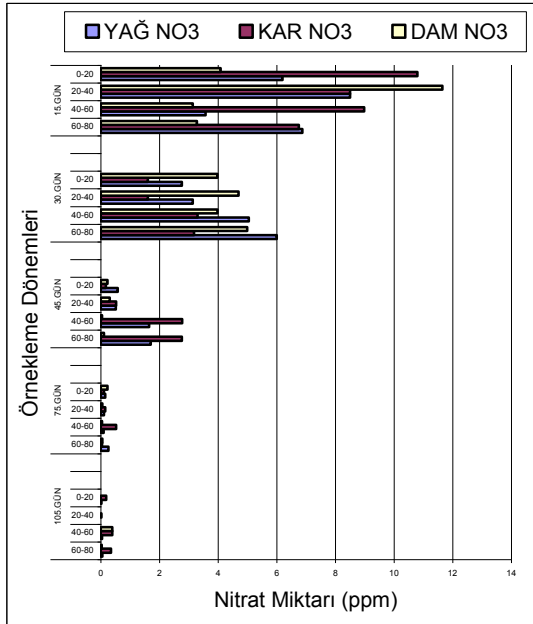


yaklaşık eşit oranlarda gerçekleşmiştir. Aynı örnekleme zamanlarında başlangıçta derinlikler arasındaki farklılıklar istatistikî olarak sadece yüzey katmanında önemli bulunmuşken, diğer örnekleme zamanlarında ve derinliklerde önemli bulunmamıştır (Çizelge 5).

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 28,3 ppm lik değere inmiştir. Nitrat miktarı (40,8 ppm)%59,0 lük azalma kaydetmiştir. 15 günlük sulamalara paralel olarak gübre ile verilen nitrat miktarı kadar kaybin olduğu görülmektedir. 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde kalan ortalama 28,3 ppm nitrat azotu ikinci 15 günlük dönemde 14,3 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı 15. güne göre 30. günde %49,5 lik (14,0 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.

...6

uğramıştır.



272

Çizelge 6. Zamanın profil derinlikleri boyunca amonyum ve nitrat azotu hareketine etkisi

Çizelge 6. Farklı profil	Zaman	±S _x	NH ₄ ⁺ -N (ppm)	±S _x	NO ₃ ⁻ -N (ppm)
0-20 cm	Başlangıç	0,00	42,0 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	1,80 c
	45. Gün	0,285	2,25 cd	0,371	0,33 c
	75. Gün	0,154	1,36 d	0,049	0,17 c
	105. Gün	0,102	0,53 d	0,064	0,07 c
20-40 cm	Başlangıç	0,00	0,86 c	0,0	9,12 a
	15. Gün	1,886	8,74 a	2,02	10,4 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	0,02 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	4,11 a
	45. Gün	0,285	1,78 bc	0,371	1,49 b
	75. Gün	0,154	0,97 c	0,049	0,08 b
	105. Gün	0,102	0,76 c	0,064	0,16 b
60-80 cm	Başlangıç	0,00	0,7 c	0,0	3,19 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	1,53bc
	75. Gün	0,154	0,68 c	0,049	0,12 c
	105. Gün	0,102	0,36 c	0,064	0,16 c

Şekil 1. Üç sulama yöntemlerine ait parsellerin bitki vejetasyonu süresi boyunca örneklem dönemlerindeki profil derinliklerinde bulunan ortalama amonyum ve nitrat azotu değerleri.

Not: YAĞ: Yağmurlama sulama, DAM: Damla sulama, KAR: Karık sulama parselleri; Deneme başlangıcında NO₃⁻-N değerleri üst katmandan aşağıya doğru sırasıyla; 50,8, 9,1, 6,0, 3,2 ppm; NH₄⁺-N değerleri üst katmandan aşağıya doğru sırasıyla; 42,0, 0,9, 0,6, 0,7 ppm bulunmuştur.

Not: Değerler tüm sulama parsellerinin ortalamasıdır. Aynı sütunda aynı örnekleme zamanında farklı küçük harfli alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.01)

e ark..

inklerinsı olarak 6Ayrıca üç

Zaman	Derinlik (cm)	±S _x	NH ₄ ⁺ -N (ppm)	±S _x	NO ₃ ⁻ -N (ppm)
Başlangıç	0-20	0.0	42.0 a	0.0	50.8 a
	20-40	0.0	0.86 b	0.0	9.12 b
	40-60	0.0	0.55 b	0.0	5.95 c
	60-80	0.0	0.70 b	0.0	3.19 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	1.80 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	2.25 a	0.371	0.33 a
	20-40	0.285	2.74 a	0.371	0.45 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	0.17 a
	20-40	0.154	1.23 a	0.049	0.12 a
	40-60	0.154	0.97 a	0.049	0.08 a
	60-80	0.154	0.68 a	0.049	0.12 a
105. Gün	0-20	0.102	0.52 a	0.064	0.07 a
	20-40	0.102	0.49 a	0.064	0.02 a
	40-60	0.102	0.75 a	0.064	0.15 a
	60-80	0.102	0.36 a	0.064	0.16 a

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 ÖZÇELİK, G. ve S. USTA, "farklı sulama yöntemlerinin topraktaki amonyum ve nitrat azotu kapsamına etkisi"

nitrikasyonu ile ortama nitrat ilavesinden kaynaklanmış olabilir. Bitki alımı haricinde meydana gelen kayıpların muhtemelen büyük kısmı nitrat şeklinde ve yıkanarak oluşmuştur (Kacar 1984). Steward ve Eck (1958), Toprakta farklı nem seviyelerinde nitrat iyonunun hareket derecesini tayin etmek amacıyla yapılan bir çalışmada nem miktarı arttıkça nitratın alt katlara hareketinin de arttığı sonucuna varmışlardır. Küçükkoca (1989)'ya göre

7

Derinlik (cm)	Zaman	±S _x	NH ₄ ⁺ -N (ppm)	±S _x	NO ₃ ⁻ -N (ppm)
0-20	Başlangıç	0.00	42.0 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	1.80 c
	45. Gün	0.285	2.25 cd	0.371	0.33 c
	75. Gün	0.154	1.36 d	0.049	0.17 c
20-40	Başlangıç	0.00	0.86 c	0.0	9.12 a
	15. Gün	1.886	8.74 a	2.02	10.4 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
40-60	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	4.11 a
	45. Gün	0.285	1.78 bc	0.371	1.49 b
	75. Gün	0.154	0.97 c	0.049	0.08 b
60-80	Başlangıç	0.00	0.7 c	0.0	3.19 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	1.53bc
	75. Gün	0.154	0.68 c	0.049	0.12 c
105. Gün	Başlangıç	0.102	0.36 c	0.064	0.16 c
	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	1.53bc

273

nitratın Dtopraktan 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 bildirilmiştir.

Çizelge 6. Duncan testi değerleri, nitrat açısından incelendiğinde başlangıçta derinlikler arasındaki farklılıkların önemli olduğu, 15. gün örnekleme sadece 20-40 cm derinliğin farklı olduğunu, 30. gün örnekleme sadece 0-20 cm ile 60-80 cm derinlik örneklerinde farklılığın önemli olduğunu görmekteyiz.

Sonraki örnekleme zamanlarında derinlikler arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. 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 7'de 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. Başlangıçta 0-20 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ortalama 50.8 ppm nitrat azotu mevcut iken henüz bitki alımının tam gerçekleşmediği ilk 15 günlük dönemde bu değer 7.1 ppm lik değere azalmıştır. Nitrat miktarı (43.7 ppm)%86.0 lık azalma kaydetmiştir.

Amonyum azotu başlangıçta 0-20 cm profil derinliğinde ortalama 42.0 ppm iken ilk 15 günlük dönemde bu değer 6.72 ppm lik değere azalmıştır. Amonyum miktarı da bir kısmı%84 lük (35.3 ppm) azalma kaydetmiştir. Ancak amonyumun derinlerde birikimi nitrata göre daha fazladır.

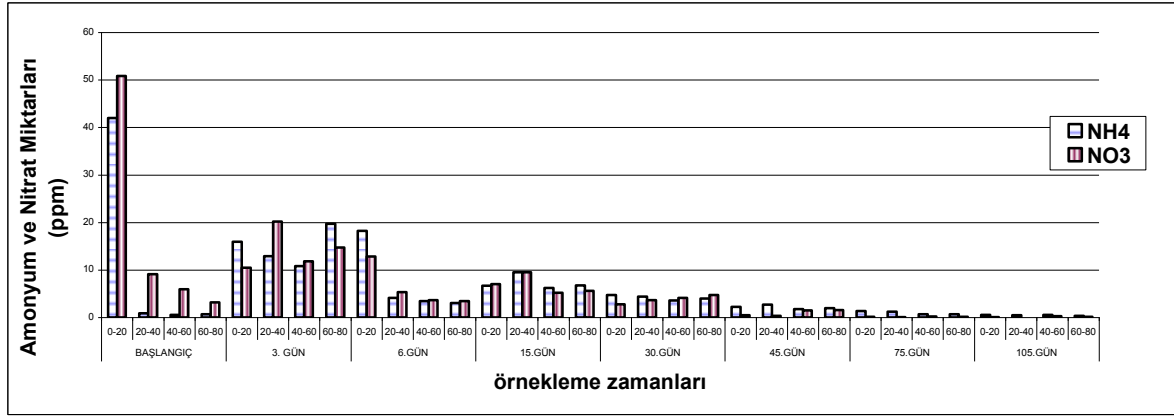
Deneme başlangıcında yüzeyden parsellere uygulanarak takibinin yapılmak istendiği yaklaşık 93 ppm lik ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)+(NO₃⁻-N) yarıyışlı azotun henüz 15. gün çimlenme çıkış periyodu analizlerindeki miktarının yüzey katmanında yaklaşık 15 ppm gibi değere düşmüş olmasından dolayı 01.09.2004 tarihinde deneme parsellerinin yanında yeniden ayrıca tek paralelli parseller oluşturuldu ve bu parsellerde yağmurlama, karık, damla sulama sistemleri Güngör ve ark. (1996) belirtilen şekilde yapıldı. Oluşturulan bu parsellerde 1. ve 2. sulamaların hemen sonrasında (3. ve 6. günlerde) azot takibi amacıyla örneklemeler yapılarak $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve NO₃⁻-N tayinleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Şekil 2' de verilmiştir. Yüzeğe 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. Şekil 2'de görüldüğü gibi denemenin ilk dönemlerinde, bitki alımı etkin olarak gerçekleşmediği halde, toprak profilinin etkili kök bölgesinden azot önemli oranda azalmıştır. Tahoun ve ark. 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 nitrata dönüşmesi sonucu bunu takip eden sulamalarda nitrat yıkanması meydana gelmiştir.

Denemenin başlatılmasından itibaren bitki kullanımı açısından yarıyışlı azot miktarının hızla kayba uğradığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak başlangıçta 0-80 cm profil derinliğinde tüm sulamalı parsellerde ilk 15 günlük dönemde amonyum miktarı %35.6 oranında, nitrat miktarı ise %59.0 lük azalma kaydetmiştir. Bitki azot alımının henüz gerçekleşmediği dönemlerde bile hızla bir şekilde meydana gelen NO₃⁻-N ve $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 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 ark. 1979, Wright ve ark. 2007, Sattell ve ark. 1999). Bitki gelişim döneminde farklı periyotlarda azotlu gübrelemenin parçalara ayrılarak ve özellikle bitki azot alımının en fazla olabileceği dönemlerde uygulanması ürün artışını teşvik edecektir. Aynı zamanda gübrelemenin bölünmesi, uygulama tekrarının artırılması ve bitki alım zamanının uygun olduğu dönemlerin tercih edilmesi verilecek azot miktarını da azaltabilir (Sattell ve ark. 1999).Sulama yapılan alanlarda akışa geçen toprak suyu beraberinde nitrat yıkanmasına yol açmaktadır. süre kadar gecikerek bitki alımı açısından daha avantajlı durum oluşturabilir.

Entansif tarım uygulaması, yoğun gübre kullanımına sebep olmaktadır. Bu durum toprak ve su kirliliğini de beraberinde getirmektedir. 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 miktarlarıBu nedenle nitratlı gübreleme yerine amonyumlu gübreleme yapılması, azot yıkanması bakımından nitrifikasyonun gerçekleşeceği

(Kaplan ve ark. 1999)..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).



Şekil 2. Parsellerin amonyum ve nitrat azotu miktarı ortalamasının, örnekleme zamanlarına göre profil derinliklerindeki durumu

Bu konuda yapılan başka bir çalışmada (Esengün ve ark. 1994), şeker pancarında 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.

Kaynaklar

- Aktaş, M. 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 1429, Ders Kitabı 416, Ankara.
- Bauder, T.A., I. Broner and R.M Waskom. 2004. Nitrogen and Irrigation Management. Colorado State University: 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.
- 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. Chemical and Microbiological Properties. Ed. A.C.A. Black, Amer. Soc. of Argon. Inc. Pub. Agron. Series No:9, Madison USA.
- Craig, J.R. and W.G. Wollum. 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.
- Colangelo, D. J. and M.H.Brand. 2001. Nitrate leaching beneath a containerized nursery crop receiving trickle or overhead irrigation. J. Environ. Qual. 30:1564-1574.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, O.Kavuncu ve F.Gürbüz. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik metodları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:1021, Ders Kitabı No:295, Ankara.
- Esengün, K., O. Kargacier ve Y. Akçay. 1994. Seçilmiş bir bölgede tarımsal araştırma kuruluşlarının önerilen gübre kullanımı ile üretici uygulamalarının karşılaştırılması ve optimal gübre kullanım düzeyinin belirlenmesi (Tokat İli Örneği). Türkiye I. Tarım Ekonomisi Kongresi Bildirileri: 141-149. 8-9 Eylül 1994, İzmir.
- Fried, M., and H. Broeshard. 1967. The Soil-Plant System in Relation to Inorganic Nutrition. Academic Press.New York, London.
- Grove, W.C., J.H. Stoddart, A.T. Basheeruddin, and W.C. Thom. 1996. Nitrate leaching under com is not well related to choice conservation tillage system. Proceedings of the 19th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture New Technology and Conservation Tillage 23-25 July, 1996, Jackson, Tennessee.
- Güngör, Y., Z. Erözel ve O.Yıldırım. 1996. Sulama. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1443 Ders Kitabı:424, Ankara.
- Kacar, B.1984. Bitki Besleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay No:899, Ders Kitabı:250, Ankara.
- Kaplan, M., S. Sönmez ve S.Tokmak. 1999. Antalya Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. Tr. J. Agr. and Forestry 23: 309-313.
- Küçükkoca, N. 1989. Gübredeki Azotun Toprakta Kaybı. Hasad Dergisi. Aralık:19-20.
- Malzer,G.L., T.J. Graff and J. Lensing. 1979. Influence of nitrogen rate, timing of nitrogen application and use of nitrification inhibitors for irrigated spring wheat and corn. University of Minnesota. Soil Science Series: 105 Report on Field Research Soils.
- Olhan, E. 2000. Türkiye'de Gübre Sübvansiyon Politikaları. İçel İli Turunçgil Üreticileri Açısından Bir Değerlendirme, Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayınları, Ankara.
- Phene, C., K. R. Davis, R.B. Hutmacher, B. Bar-Yosef and D.W. Meek. 1990. Effect of high frequency surface and surface drip irrigation on root distribution of sweet corn. Irr.Sci.12:135-140.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis of Saline and Alkaline Soils. U.S.Dept. Agr. Handbook 60,109.
- Riley, W.J., I. Ortiz-Monasteria and P.A. Matson 2001. Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite, and ammonium levels under irrigated wheat in Northern Mexico. Nutrient Cycling in Agroecosystems 61(3):223-236.
- Salter, P.J. and J.B. Williams. 1967.The influence of texture on the moisture characteristics of soils. J. of Soil Sci.18:174-181.
- Sönmez, İ., M. Kaplan and S. Sönmez. 2007. An investigation of seasonal changes in nitrate contents of soils and irrigation water in greenhouses located in Antalya-Demre region. Asian Journal and Chemistry 19 (7): 5639-5646.
- Sattell, R., R. Dick, D. Hemphill, J. Selker, F. Brandi-Dohrn, H. Minchew, M. Hess, J. Sandeno, and S. Kaufman. 1999. Nitrogen Scavenging: Using Cover Crops to Reduce Nitrate Leaching in Western Oregon EM 8728.
- Steward. B.A. and H.V. Eck. 1958. The movement of fertilizer application. Soil fertility and fertilizer. The MacMillan Company Collier MacMillan Limited, London.

- Tekinel, O. ve R. Kanber. 1989. Pamuk Sulamasının Genel İlkeleri. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı No:18, Adana.
- Tahoun, S.A., E.E. Fauda, I.R. Mohamed and M.E. Ibrahim. 1993. Quantification of soil nitrogen losses by leaching under defferent field conditions. Egyptian Journal of Soil Science 33 (2): 111-124.
- Usta, S., H.S. Başkaya ve A. Tan. 1989. Ahır gübresi verilen bir Kahverengi toprakta NO_3^- ve NH_4^+ iyonlarının profildeki dağılımının zamana bağlı değişimi. Toprak İlimi Derneği 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri. Yay. No:5, Ankara.
- Usta, S., S. Sözüdoğru, ve K. Haktanır. 1992. Değişik azot formları ilave edilen toprakta azot mineralizasyonu ve nitrifikasyonuna farklı sıcaklık ve su düzeylerinin etkisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllığı 41: 185-194, Ankara.

<http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC6118.html>

Yılmaz, İ. 1996. Antalya ilinde, serada domates, biber ve patlıcan yetiştiriciliğinde girdi kullanımı ve üretim maliyetleri, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 11(4):55-164.

İletişim Adresi:

Prof.Dr.Sadık USTA
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bölümü-Ankara
Tel:0-312-5961185
E-posta:usta@agri.ankara.edu.tr

Çizelge 4b. Yağmurlama ve karık sulama yöntemiyle yapılan sulamaların zaman ve miktarı Not:16 Temmuz 2004 tarihinde 15 mm yağış kaydedildi

Wright, J, F. Bergsrud, G. Rehm, C. Rosen, G. Malzer and B. Montgomery. 2007.