FARKLI FERTİGASYON STRATEJİLERİ VE DAMLATICI DEBİLERİNİN KUMLU TOPRAKLARDA NİTRAT YIKANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Cihan KARACA[1] Dursun BÜYÜKTAŞ[1] Köksal AYDıNŞAKIR[2] Ruhi BAŞTUĞ[1]

(1) Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü / ANTALTYA
(2) Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü /ANTALYA

ÖZET

Bu çalışmada farklı fertigasyon stratejilerinin, kumlu bünyeye sahip topraklarda nitrat yıkanması üzerine etkileri araştırılmıştır. Yürütülen çalışmada, kumlu topraklarda farklı fertigasyon stratejileri 2 ve 4 L/s damlatıcı debilerinde denenerek damla sulama ile uygulanan gübrenin, toprağın istenen derinliğine bırakılabilmesi için, sulama sırasında fertigasyonun başlatılacağı en uygun zaman diliminin saptanması amaçlanmıştır.

Araştırma Akdeniz Üniversitesi yerleşkesinde bulunan bir serada ve saksılarda yürütülmüştür. Fertigasyon stratejileri, gübre eriğinin sulama süresi içerisinde suya karıştırılma zamanı farklılaştırılarak oluşturulmuştur. Denemede aşağıdaki fertigasyon konuları kullanılmıştır:

F1: Sulama süresinin son yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,

F2: Sulama süresinin ilk yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,

F3: Sulama süresinin ¼ ü ile ¾ ü arasında gübre eriyiğinin verilmesi

F4: Sulama süresi boyunca gübre eriyiğinin verilmesi,

Sonuç olarak, kumlu topraklarda damlatıcı debilerinin NO_3-N yıkanmasında istatistiksel anlamda bir etkisinin olmadığı ancak fertigasyon stratejilerinin kumlu topraktan NO_3-N yıkanmasına etkili olduğu saptanmıştır. Kumlu topraklarda, nitrat yıkanmasının azaltılarak çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunmak için en uygun stratejinin F3 stratejisi (gübre eriyiğinin sulama süresinin ¼'ü ile ¾'ü arasında verilmesi) olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Fertigasyon stratejisi, Damlatıcı debisi, Nitrat yıkanması, Kumlu toprak

THE EFFECTS OF DIFFERENT FERTIGATION STRATEGIES AND DRIPPER DISCARGE RATES ON NITRATE LEACHING IN SANDY SOILS

This study aims to determine and identify the effects of different fertigation strategies on nitrate leaching in soils having sandy soil texture. To this end, the best time to start and end fertigation during irrigation was determined in sandy soil using different drippers discharge reates of 2 and 4 l/s, to ensure that fertilizer is left at the desired depth of soil.

The study has been performed in pots in greenhouses located at the Akdeniz University. Fertigation strategies have been formulated through differentiation of the time of mixing of fertilizer solution to water during irrigation process. To this end, the following fertigation options have been elaborated:

F1 : feeding of fertilizer solution during the second half of irrigation period

F2 : feeding of fertilizer solution during the first half of irrigation period

F3 : feeding of fertilizer solution between $1/4^{th}$ and $3/4^{th}$ of irrigation period

F4 : feeding of fertilizer solution during the whole irrigation period

As a conclusion, fertigation strategies are determined to have significant effects on leaching, while dripper discharge had no statistically significant effect. For sandy soil applications, F3 strategy (feeding of fertilizer solution between $1/4^{th}$ and $3/4^{th}$ of irrigation period) is suggested.

KEYWORDS: Fertigation strategy, Dripper discharge, Nitrate leaching, Sandy soil

1. Giriş

Türkiye'de azot, bitki beslemede kullanımı en yaygın olan besin elementlerinin başında gelmektedir. Ülkemizin de dahil olduğu Akdeniz kuşağında 1970'lerden önce çok az gübre kullanılırken son yıllarda özellikle azot ve fosforlu gübre kullanımında hızlı bir artış gözlenmekte ve bu artışın önümüzdeki yıllarda da devam edeceği öngörülmektedir (Ryan 2008).

Fertigasyon, besin çözeltilerinin bitkiye sulama suyu ile karıştırılarak verilmesi yöntemi olup önemli bir tarımsal teknik olarak kabul edilmekte ve giderek yaygınlık kazanmaktadır. (Dasberg vd 1983, Klein vd 1989). Fertigasyon uygulamalarında suyun ve gübrenin bitkinin kök bölgesine ulaşması hedeflenir. Damla sulama yönteminde perkolasyon ile besin kaybı diğer yöntemlere göre daha az olsa da, kısa sulama aralıkları ile sulama yapılması sonucunda kayıplar, toplam olarak önemli bir düzeye ulaşabilmektedir. Yanlış fertigasyon stratejileriyle, kök bölgesinde meydana gelebilecek fazla gübre birikimi, bitkinin gelişimini olumsuz etkileyebileceği gibi ekonomik açıdan da girdi maliyetini arttıracaktır. Bunun yanında besleyici çözeltinin, hedef olarak belirlenen kök bölgesi dışına ulaşması ise kullanılan gübrenin faydasını düşürerek besin noksanlığına neden olacak ve verimin arttırılması için daha fazla gübreleme yapılması gerekecektir. Ancak noksanlık ortaya çıktıktan sonra giderilme süresi ile ilişkili olarak az veya çok mutlaka verim kaybı ortaya çıkacaktır. Uygulanan nitrat içerikli gübrelerin, istenen katmanlara ulaşarak bitki tarafından kullanılmasının sağlanması, toprakta asılı kalarak yıkanmalar sonucunda yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına karışmasını engelleyecektir. Bunun yanında intensif tarımın temel amacı olan yüksek verim elde edilme ilkesi de gerçekleşmiş olacaktır.

Yapılan araştırmalar sonucunda nitrat (NO_3)'ın toprakta ıslatılan hacim içerisinde, özellikle de ıslatılan hacmi çevreleyen sınırda biriktiği gözlenmiştir. Bu nedenle, nitratın, kontrolsüz gübreleme sonucunda, kök bölgesi dışına çıkarak yeraltı, yerüstü sularını ve toprakları kirletmesi olasıdır (Li vd 2004).

Bitkilerin uygulanan nitrat içerikli gübrelerden yararlanma oranı, toprağın su içeriği ile ilgili olmakla birlikte, %50'nin altındadır. (Begg ve Turner 1976). Yüksek nitrat konsantrasyonu, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarına karışarak sağlık açısından tehdit oluşturabilmektedir (Karaman vd 2004).

Dünya genelinde yapılan araştırmalarda sadece yıkanarak meydana gelen azot kayıplarının, gübre uygulanmış ve uygulanmamış koşullar dahil, yıllık hektara 500 kg'a kadar azot olduğu saptanmıştır (Fried ve Broeshart 1967). Aşırı azotlu gübre kullanımı ve sulamayla meydana gelen yıkanmalar sonucu su kaynaklarının da kirlenmesi, insan ve hayvanların sağlığını tehdit eder hale gelebilmektedir (Kaplan vd 1999, Sönmez vd 2007).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (EPA 2006), sularda bulunan nitrat için en fazla 10 mg/L, nitrit için ise l mg/L düzeylerinde sınırlama getirmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO 2004), içme suyu kalitesi rehberinin ikinci baskısında nitrat değerini 50 mg/L olarak tavsiye etmektedir. Benzer şekilde Avrupa Ekonomik Komitesi de (EEC) içme suyunda nitrat için belirlenen düzeyi 50 mg/L olarak bildirmektedir. Ülkemizde içme Suyu Yönetmeliği'ne göre sularda nitrit miktarı en fazla 0.05 mg/ L, nitrat miktarı ise 45 mg/L'dir (Karaçal vd 2006). Ayrıca Organik Tarımın Esasları Ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmeliğin 9. Maddesine göre tarımsal kaynaklı azotun su kirliliğine neden olmasını önlemek amacıyla, organik bitkisel üretimde kullanılacak toplam hayvan gübresi miktarının 170 kg/N/ha/yılı geçmemesi gerektiği ilan edilmiştir.

Abbasi vd (2012) yanlış gübreleme stratejilerinin yüzey ve yeraltı suyu kirliliği ile sonuçlanacağını ve azotlu gübre kaybına yol açabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, uygulama verimliliğini en üst düzeye çıkartarak, akış ve yıkanma ile gübre kayıplarını en aza indirmek için, uygun su ve gübre uygulama stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Hanson vd (2004) sulamanın başlangıcına yakın yapılan kısa gübrelemenin, nitratın bitki kök bölgesinin ötesine daha fazla yıkanmasına katkıda bulunduğunu, sulama sonundaki kısa gübreleme işlemi ile nitratın damlatıcı hatlarının yakınında kaldığını ve uzun süreli gübreleme işlemi ile nitratın bitki kök bölgesi boyunca daha düzgün dağıldığını belirtmişlerdir

Ajdary vd (2007) HYDRUS-2D bilgisayar yazılımını üç farklı damlatıcı debisi ve beş farklı toprak tipinde, üç farklı fertigasyon stratejisi için nitrat yıkanmasını tahmin etmede kullanmışlardır. Araştırmacılar, kumlu toprak gibi geçirgen topraklarda fertigasyon stratejisinin N yıkanmasında rol oynadığını ve en yüksek N yıkanmasının sulama bitiminden 10 dakika önce yapılan fertigasyon ile olduğunu ifade etmişlerdir.

Claire vd (2003) toprak altı mikro sulama sistemi ile yürüttükleri çalışmada iki farklı sulama senaryosu ve her senaryo için 2 farklı fertigasyon stratejisini 3 farklı toprak bünyesinde HYDRUS-2D bilgisayar yazılımı ile simule etmişlerdir. Araştırma sonunda; fertigasyon stratejisinin sadece kumlu toprak gibi son derece geçirgen olan topraklarda büyük bir etki yapacağını belirtmişlerdir. Araştırmacılar kumlu topraklarda toprakaltı mikro sulama sistemi için beş saat süren sulama döngüsünün son bir saatinde gübre çözeltisinin verilmesinin, beş saat süren sulama döngüsünün başlangıcından itibaren bir saat boyunca gübre çözeltisinin verilmesinden daha etkili besin kullanımı sağladığını ve gübre etkinliği yönünden daha üstün olduğunu saptamışlardır.

Bu araştırma ile farklı fertigasyon stratejilerinin, değişik bünyeye sahip topraklarda nitrat yıkanması üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada, farklı fertigasyon stratejileri, farklı toprak bünye ve damlatıcı debilerinde denenerek; gübrenin, toprağın istenen derinliğine bırakılabilmesi için, sulama sırasında fertigasyonun başlatılacağı en uygun zaman diliminin saptanması amaçlanmıştır.

2. Materyal Ve Yöntem

Materyal

Araştırma denemesi 2013 yılında Akdeniz Üniversitesi Tohumculuk ve Tarımsal Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezine ait cam seraya yerleştirilmiş saksılarda 19.09.2012 ve 15.03.2013 tarihleri arasında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür. Denemenin yapıldığı sera 36° 54' kuzey enlemi ile 30° 38' doğu boylamında bulunmakta olup, denizden yüksekliği 38 metredir.

Toprakların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toprakların alındığı yerlerden bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Deneme alanına taşınan toprak 4 mm'lik elekten geçirildikten ve hava kuru hale getirildikten sonra tartılarak 18 litrelik saksılara doldurulmuştur. Kullanılan toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri Çizelge 1 de verilmiştir. Denemde kullanılan sulama suyuna ilişkin analiz sonuçlar Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH (1:2,5)	9.1	P ppm (Olsen)	9
Kireç (%)	46.0	K ppm	27
EC micromhos/cm (25 $^{\circ}C$)	90	Mg ppm	72
Kum (%)	92.96	Hacim Ağırlığı (gr/cm3)	1.50
Silt (%)	5.4	Doyma Noktası*(%)	30.70
Kil (%)	1.64	Tarla Kapasitesi*(%)	10.03
Org. Madde	0.2	Solma Noktası*(%)	3.70

P_v = Toprak hacminin yüzdesi cinsinden nem miktarı %

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan sulama suyuna ilişkin analiz sonuçları

pH	EC	K	Ca	Mg	Na	CO_3^{-2}	HCO_3	Cl^-	SO_4^{-2}	B	SAR
	µmhoscm^{-1}	meq l^{-1}	meq l^{-1}	Meq l^{-1}	meq l^{-1}	meq l^{-1}	meq l^{-1}	meq l^{-1}	meq l^{-1}	ppm	meq (l$^{1/2}$)$^{-1}$
6.80	795	0.04	5.30	1.35	0.79	-	4.69	0.92	1.87	0.04	0.43

Araştırmada 30 cm çapında ve 40 cm yüksekliğinde uygun drenaja olanak veren yeterli delik sayısına sahip plastik saksılar kullanılmıştır. Sisteme sabit debide su sağlayan damlatıcı sistemi, Mariotte tüpü ilkesinden yararlanılarak yapılmıştır. Bu amaçla 30 litrelik şeffaf plastikten yapılmış bidonlardan yararlanılmıştır. Toprakta bulunan nitrat miktarı ve sulamalardan sonra alınan su örneklerinden alınan örneklerin nitrat analizlerinin yapılması için DR 2800 (Hach-Lange, USA) taşınabilir spektrofotometre kullanılmıştır

Yöntem

Çalışmada kumlu toprak bünyesinde 2 L/s ve 4 L/s olmak üzere iki farklı damlatıcı debisi, dört farklı fertigasyon stratejisi kombinasyonundan oluşan toplam 8 deneme konusu oluşturulmuştur. Deneme konuları 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde düzenlenmiş toplam 24 saksıda yürütülmüştür.

Araştırmada, gübre eriyiğinin sulama süresi içerisinde suya karıştırılma zamanı farklılaştırılarak oluşturulan dört farklı fertigasyon stratejisi uygulanmıştır.

F1: Sulama süresinin son yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,

F2: Sulama süresinin ilk yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,

F3: Sulama süresinin ¼ ü ile ¾ ü arasında gübre eriyiğinin verilmesi

F4: Sulama süresi boyunca gübre eriyiğinin verilmesi,

Bu stratejilerde her bir saksıya verilecek olan kütle (gübre) miktarı sabit tutulmuştur. Denemede damla sulama sistemiyle uygulanan nitrat içerikli gübre olarak % 33 N içeren Amonyum Nitrat (NH_4NO_3) kullanılmıştır.

Denemede fertigasyon stratejilerinin etkinliği denendiği için, her konuya eşit miktarda su ve gübre eriği verilmiştir. Saksılara uygulanacak su hacmi; 3-4 günde ara ile ölçülen yığışımlı açık su yüzeyi buharlaşması ile saksı alanı çarpılarak bulunmuştur. Açık su yüzeyi buharlaşması; denemenin yürütüldüğü sera içerisine yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabından ölçülerek belirlenmiştir.

Denemede, su ve gübre miktarları her saksı için eşit olacak biçimde uygulanmıştır. Bu amaçla F1, F2 ve F3 stratejisinde su uygulaması ve gübre çözeltisinin uygulanması farklı bidonlarla yapılırken F4 stratejisinde tek bidon kullanılarak yapılmıştır. Fertigasyon işlemi, 30 litrelik şeffaf plastik malzemeden oluşan bidonlardan Mariotte tüpü ilkesi ile damlatılarak gerçekleştirilmiştir. F1, F2 ve F3 stratejilerinin her biri için gübre eriği ve su olmak üzere ikişer adet bidonda Mariotte düzeneği hazırlanırken, F4 stratejisinde tek bidonda Mariotte düzeneği hazırlanmıştır. Uygulama öncesinde tüm bidonlara 23,5 L su doldurulmuştur. Sulama süresinin 1/2'sinde fertigasyon yapılan F1, F2 ve F3 uygulamalarında kullanılan gübre bidonlarına eşit

kütlede gübre eklenirken, sulama süresinin tamamında fertigasyon yapılan F4 uygulaması için kullanılan bidonlara diğer uygulamaların yarısı kadar gübre eklenmiştir. Böylece tüm fertigasyon stratejilerinde aynı kütlede gübre uygulaması sağlanmıştır. Her saksı için verilecek gübre miktarı dekara 12 kg saf N olacak şekilde hazırlanmıştır. Belirlenen miktar domates biber ve patlıcan yetiştiriciliğinde ortalama bir verim için ihtiyaç duyulan saf N miktarıdır. Şalk vd (2008)'e göre ortalama bir verim için domates 11-15 kg/da, biber 12-15 kg/da ve patlıcan 12-15 kg/da N verilmesi önerilmektedir.

Saksılara ilk iki uygulamada yalnızca su üçüncü uygulamada ise fertigasyon (su+gübre eriyiği uygulaması) yapılmıştır. Tüm uygulamalar boyunca sulama öncesi ve sulama sonrasında saksılar tartılarak, saksılardaki ortalama toprak suyu miktarı kaydedilmiştir. Her gübre uygulamasından önce ve her gübre uygulaması sonunda saksının altına drene olan sudan örnek alınarak NO_3-N (mg/L) analizi yapılmıştır. Son nitrat uygulamasından sonra ayrıca toprakta kalan NO_3-N değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla, damlatıcının altından ve damlatıcıdan 10 cm uzaklıkta olmak üzere 10 ve 30 cm derinliklerden toprak örnekleri (her bir saksıdan 4 örnek) alınarak nitrat içerikleri saptanmıştır.

Denemelerde uygulama konularının incelenen özellikler üzerine etkisini belirlemek için veriler bilgisayar ortamında TARİS istatistik analiz program kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi ve Duncan (% 5) testine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve tartışma

Araştırma sonucunda saksılardan yıkanan ve tüm uygulamalar sonunda toprakta kalan NO_3-N miktarları analiz edilmiştir.

Araştırmada kumlu toprak bünyesinde, farklı damlatıcı debileri ve fertigasyon stratejileri için yapılan **tüm uygulamalar sonucunda yıkanan toplam** NO_3-N miktarları (mg) üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kumlu toprak bünyesinde, tüm uygulamalar sonucunda drene olan (yıkanan) çözeltilerdeki NO_3-N miktarları (mg)[1].

Damlatıcı Debisi (DB) (L/s)	Fertigasyon Stratejileri (FS) F1	F2	F3	F4	Debi Ortalaması
2	21.32	46.78	20.97	36.08	31.29
4	28.18	38.60	34.16	47.83	37.19
Fertigasyon Stratejileri Ort.	24.75 b[2]	42.69 a	27.56 b	41.96 a	
Önemlilik Düzeyi					
DB:			öd		
FS:			**		
DBxFS:			öd		

1: Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.
2: Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar
* % 5 düzeyinde önemlidir.
**: % 1 düzeyinde önemlidir.
öd: Önemli değil.

F1: Sulama süresinin son yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,
F2: Sulama süresinin ilk yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,
F3: Sulama süresinin ¼ ü ile ¾ ü arasında gübre eriyiğinin verilmesi
F4: Sulama süresi boyunca gübre eriyiğinin verilmesi

Çizelge 3'de verilen, kumlu toprak kullanılarak farklı debilerde ve farklı fertigasyon stratejilerinde tüm uygulamalar sonunda yıkanan toplam NO_3-N değerleri (mg) incelendiğinde görüleceği üzere; fertigasyon stratejileri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Damlatıcı debileri ve damlatıcı debisi x fertigasyon stratejileri interaksiyonu önemli bulunmamıştır.

Damlatıcı debileri açısından tüm uygulamalar sonunda yıkanan toplam NO_3-N değerleri (mg) incelendiğinde 2 L/s lik debiyle yapılan uygulamalarda ortalama 31.29 mg, saatte 4 L/s lik debiyle yapılan uygulamalarda ise yıkanma değeri ortalama 37.19 mg olarak ölçülmüştür.

Farklı fertigasyon stratejileri açısından tüm uygulamalar sonunda yıkanan toplam NO_3-N değerleri (mg) incelendiğinde en yüksek değer, 4 L/s'lik debi uygulamasında sulama süresi boyunca gübre eriyiğinin verilmesiyle 47.83 mg olarak gerçekleşmiştir. En düşük NO_3-N yıkanması ise 2 L/s debide sulama süresinin 1/4 ü ile 3/4 ü arasında gübre eriyiğinin verilmesiyle 20.97 mg olarak gerçekleşmiştir.

Araştırmada kumlu toprak bünyesinde, farklı damlatıcı debileri ve fertigasyon stratejileri için yapılan tüm uygulamalar sonucunda **toprakta kalan toplam** NO_3-N miktarları (mg/L) üzerine etkisi Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 4. Kumlu topraklarda farklı uygulamaların toplam nitrat birikimi miktarları (mg/L)[1].

Damlatıcı Debisi (DB) (L/s)	Fertigasyon Stratejileri (FS) F1	F2	F3	F4	Debi Ortalaması
2	1.06	0.91	0.72	0.89	0.90
4	0.93	0.82	0.69	0.77	0.80
Fertigasyon Stratejileri Ort.	0.99a[2]	0.86ab	0.71b	0.83ab	
Önemlilik Düzeyi					
DB:			öd		
FS:			*		
DBxFS:			öd		

1: Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır.
2: Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar
* % 5 düzeyinde önemlidir.
**: % 1 düzeyinde önemlidir.
öd: Önemli değil.

F1: Sulama süresinin son yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,
F2: Sulama süresinin ilk yarısında gübre eriyiğinin verilmesi,
F3: Sulama süresinin ¼ ü ile ¾ ü arasında gübre eriyiğinin verilmesi
F4: Sulama süresi boyunca gübre eriyiğinin verilmesi,

Çizelge 4'de verilen üzere kumlu toprak bünyelerinde, farklı debilerde ve farklı fertigasyon stratejilerinde uygulamalar sonrasında toprakta kalan NO_3-N değerleri (mg/L) incelendiğinde görüleceği üzere; fertigasyon stratejileri % 5 düzeyinde önemli bulunurken, damlatıcı debisi, damlatıcı debisi x fertigasyon stratejileri interaksiyonu önemli bulunmamıştır.

Damlatıcı debisi açısından toprakta kalan NO_3-N değerleri (mg/L) incelendiğinde, damlatıcı debisi 2 L/s olan uygulamaların ortalaması 0.90 mg/L iken damlatıcı debisi 4 L/s olan uygulamaların ortalaması 0.80 mg/L olarak bulunmuştur. Farklı fertigasyon stratejileri açısından toprakta kalan NO_3-N değerleri (mg/L) incelendiğinde en yüksek değerin 0.99 mg/L ile sulama süresinin son yarısında gübre eriyiğinin verilmesiyle, en düşük değerin 0.71 mg/L ile sulama süresinin ¼ ü ile ¾ ü arasında gübre eriyiğinin verilmesiyle gerçekleştiği belirlenmiştir.

4. Sonuç Ve Öneriler

Yapılan bu çalışmayla kumlu bünyeye sahip topraklarda, yıkanan NO_3-N miktarını azaltmak ve bitki için gerekli azotu kök bölgesinde tutarak gübre kullanım randımanını arttırmak için farklı stratejiler denenmiştir. Sonuçta, uygulamanın 2 L/s debili damlatıcılarla yapılması durumunda en uygun strateji; sulama süresinin ¼'ü ile ¾'ü arasında gübre eriyiğinin verilmesiyken, 4 L/s debili damlatıcılarla yapılması durumunda ise gübrenin, sulama süresinin ikinci yarısında verilmesi olduğu söylenebilir.

Yapılan literatür çalışmaları sonucu konuyla ilgili araştırmaların çok kısıtlı olduğu ve mevcut çalışmaların büyük çoğunluğunun da simülasyonlardan oluştuğu belirlenmiştir. Fertigasyon stratejileri ve damlatıcı debilerinin hafif bünyeli topraklarda nitrat yıkanması üzerine etkileri ile ilgili bir çalışmanın mevcut olmadığı görülmüş ve yürütülen bu çalışma ile merak edilen bu konu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu anlamda çalışmamız bir ilk çalışma niteliğindedir. Bu çalışmanın gelecekte bu yöndeki araştırmalara yön vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ABBASI, F., REZAEE, H.T., JOLAINI, M. and ALIZADEH, H.A. 2012. Evaluation of Fertigation in Different Soils and Furrow Irrigation Regimes, Irrigation and Drainage, 61: 553-541.

AJDARY, K., SINGH, D.K., SINGH, A.K. and KHANNA, M. 2007. Modeling of Nitrogen Leaching from Experimental Onion Field Under Drip Fertigation, Agricultural Water. 89 (1–2):15–28.

BEGG, J. E. and TURNER, N. C. 1976. 'Crop Water Deficits', Adv. Agron. 28: 161–170.

CLAIRE, COTE C.M., K.L. BRISTOW, P.B. CHARLESWORTH, F.J. COOK, and THORBURN, P.J. 2003. Analysis of Soil Wetting and Solute Transport in Sub-Surface Trickle Irrigation, Irrigation Science, 22: 143-156.

DASBERG, S., BIELORAI, H. and ERNER, J. 1983. Nitrogen Fertigation of Shamouti Oranges. Plant and Soil. 75: 41-49.

EPA, 2006. U. S. Enviromental Protection Agency. Consumer Factsheet on: Nitrates/ Nitrites. Link: [http://www.epa.gov/safewater/dwh/c-ioc/nitrates.html]. Connection time: 01.02. 2006.

FRIED, M. and BROESHARD, H. 1967. The Soil-Plant System in Relation to Inorganic Nutrition. Academic Press, pp: 280-338, New York, London.

HANSON, B.R., HOPMANS, J.W., SIMUNEK, J. and GARDENAS, A. 2004. Crop Nitrate Availability and Nitrate Leaching Under Micro-Irrigation for Different Fertigation Strategies. ASAE Annual International Meeting, pp. 1505-1516.

KAPLAN, M., S. SÖNMEZ ve S.TOKMAK. 1999. Antalya Kumluca Yöresi Kuyu Sularinin Nitrat İçerikleri. Tr. J. Agr. And Forestry 23: 309-313.

KARAÇAL, F., TOPRAK, Ş. ve İNCE, S. 2006. Şanlıurfa İlinde İnsan Ve Hayvanlarda Tüketime Sunulan Kuyu Sularında Nitrat Ve Nitrit Düzeylerinin Belirlenmesi, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları 4 (3): 85-88, Elazığ.

KARAMAN, M.R. 2012. Bitki Besleme, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, Dizgi/Tasarım Ve Dağıtım, ss: 359, Ankara.

KLEIN, I., LEVIN, I., BAR-YOSEF, B., ASSAF, R. and BERKOVITZ, A. 1989. Drip Nitrogen Fertigation of "Starking Delicious" Apple.

LI, J., ZHANG, J. and RAO, M. 2004 "Wetting Patterns and Nitrogen Distributions as Affected by Fertigation Strategies from a Surface Point Source". Agricultural Water Management. 67: 89–104.

RYAN, J. 2008. A Perspective on Balanced Fertilization in The Mediterranean Region, Turk. J. Agric. For. 32: 79-89.

SONMEZ, I., M. KAPLAN and S. SONMEZ. 2007. An Investigation of Seasonal Changes in Nitrate Contens of Soils and Irrigation Water in Greenhouses Located in Antalya-Demre Region. Asian Journal and Chemistry 19 (7): 5639-5646.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1998. Guidelines for Drinking Water Quality. World Health Organization, Geneva.