

KUMLUCA VE FİNİKE YÖRELERİNDE AZOTLU GÜBRELERİN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ *

Selim TOKMAK

A. Turgut KÖSEOĞLU

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya

Özet: Bu çalışmada Kumluca ve Finike yörelerinde turunçgil ve örtü altı domates yetiştiriciliğinde kullanılan azotlu gübrelerin çevre kirliliği üzerine olan etkileri, özellikle yeraltı sularının kirlenmesindeki rolleri araştırılmıştır. Bu amaçla, yöredeki dört adet turunçgil bahçesinden ve domates üretimi yapılan bir seradan toprak örnekleri ile, sulama suyu olarak kullanılan artezyen sularından, drenaj sularından ve yöredeki belli başlı akarsu, dere, kaynak ve şebeke sularından üç dönemde su örnekleri alınmıştır. Birinci dönemde toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler, su örneklerinde ise sulama suyu kalitesine yönelik analizler yapılmıştır. Ayrıca, toprak ve su örneklerinde her üç dönemde de NO_3^- analizi yapılmıştır.

İncelenen artezyen sularının 2.0-38.4 ppm, kaynak sularının 1.5-2.6 ppm ve şebeke sularının ise 2.1-13.3 ppm arasında değişen miktarlarda NO_3^- içerdiği, bu seviyelerin ise Dünya Sağlık Teşkilatı'nın (WHO) içme suları için bildirdiği 50 ppm sınırının altında olduğu belirlenmiştir. Ancak, başta sera drenaj suyu olmak üzere, drenaj ve dere sularındaki NO_3^- seviyesinin diğer su örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Sera drenaj suyunun NO_3^- içeriği, 49.8 - 250.0 ppm değerleri arasında değişirken, Kavur deresi suyunun ise 10.1 - 69.5 ppm değerleri arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Drenaj ve Kavur deresi sularındaki yüksek NO_3^- seviyelerinin, gelecekte yeraltı sularındaki NO_3^- ile kirlilik düzeyinin daha yüksek boyutlara ulaşacağına habercisi olduğu düşünülmektedir.

Determination of the Effects of Nitrogen Fertilizers on the Environmental Pollution in Kumluca and Finike Regions

Abstract: In this study, the effects of nitrogen fertilizers on the environmental pollution and in particular on the pollution of underground waters were investigated. For this aim, soil samples were taken from four citrus orchards and a tomato greenhouse on three different occasions. In addition, water samples were taken from drilled well waters used for irrigation, drainage waters, and from the main rivers, streams, natural water sources and the network waters. The first samples were analysed in order to determine physical and chemical soil properties and quality of irrigation waters. The NO_3^- concentrations of both the soil and water samples taken on those occasions were determined.

The results of the study showed that the NO_3^- contents changed from 2.0 to 38.4 ppm for drilled well waters, from 1.5 to 2.6 ppm for natural waters and from 2.1 to 13.3 ppm for network waters, which were

* Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalında hazırlanan 16.03.1995 tarihinde jüri tarafından kabul edilen Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

all below the limit of 50 ppm suggested by World Health Organization (WHO). On the other hand, it was also found that the samples from drainage waters, greenhouse drainage waters in particular, and stream waters contained higher NO_3^- contents when compared to the other water samples. While the NO_3^- content of greenhouse drainage water changed from 49.8 to 250.0 ppm, the NO_3^- content of Kavur stream varied between 10.1 and 69.5 ppm. As a consequence, it is thought that the high NO_3^- levels in the greenhouse drainage and the Kavur stream waters are alarming in that they will increase the NO_3^- pollution level in the underground waters in future.

Giriş

İnsanlığın geleceğini ilgilendiren "Çevre Kirliliği" konusundaki tartışmaların ağırlık noktasını endüstriyel atıklar oluşturmaktadır. Ancak son yıllarda kirlenme etmenleri arasında, katı, sıvı ve gaz atıkların yanında endüstriyel ürünlerin aşırı tüketimi de sayılmaya başlanmıştır. Toprak, su ve bitki kirlenmesi nedenleri arasında sayılan tarımsal girdiler, ürün miktarı ile kalitesinin artırılmasında büyük paya sahip olan tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübrelerdir. Gübrelemenin su kirlenmesine etkisi, gübre ile toprağa verilen N ve P gibi bitki besin maddelerinin sularla topraktan uzaklaşması sonucu, içme ve kullanma sularında konsantrasyonlarının artması şeklinde olmaktadır. Suların N ve P kapsamının yükselmesi toprakta oluşan iki ayrı kayıp şekli ile ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi, sızma ile olan su kayıplarında özellikle gübreler ile verilen N'un NO_3^- formunda topraktan uzaklaşarak taban suyuna karışmasıdır. İkincisi ise yüzey akışı sonucu meydana gelen erozyon ile toprakla birlikte, gübre ile verilen N ve P'un da taşınması sonucunda su kaynaklarında, akarsu ve göllerde N ve P kapsamının artmasıdır (1). Nitekim, Power ve Scheders (2), Kuzey Amerika'da geniş alanlarda oluşan NO_3^- kirliliğinin, daha çok kök bölgesindeki tuz birikimini önlemek amacı ile yapılan sulamalar sonucu oluştuğunu, ayrıca sulama ve N'lu gübre birlikteliğinin büyük çapta artması sonucunda yeraltı sularının NO_3^- 'la kirlilik riskinin arttığını bildirmişlerdir.

Zabunoğlu ve ÖnerToy (3)'un bildirdiğine göre, Çukurova bölgesinde turfanda sera sebzeçiliğinde uygulanan aşırı azotlu gübrelemenin, sebzelerde insan sağlığı açısından sakıncalı olan NO_2^- ve NO_3^- birikimine ve su kirlenmesine etkisini lizimetre denemeleri ile incelenmiştir. Deneme bitkisine uygulanan N miktarı arttıkça NO_3^- kapsamlarının yükseldiği, ancak bu yükselişin kritik düzeylerin altında kaldığı; NH_4NO_3 gübresinin $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ gübresine göre tüm bitkilerde daha yüksek NO_3^- birikimine neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Gök ve ark. (4), topraktaki konsantrasyonunun yüksek olması durumunda, NO_3^- 'in başta ıspanak, marul, lahanaya gibi yaprağı yenen sebzeler ve hıyar, turp, domates gibi diğer sebzeler tarafından fazla miktarda alındığını ve bunun sonucu olarak da besin zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşarak çeşitli arazlara neden olabildiğini bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar, Alt ve Heitkamp'ı kaynak göstererek sebzeler yoluyla alınan NO_3^- 'in insan sağlığını tehdit etmemesi için eski adıyla Doğu Almanya'da yetişkinler için 1200 ppm (taze sebzelerde) ve bebekler için 900 ppm (hazır yiyeceklerde) ile sınırlandırıldığını, Batı Almanya'da ise bu sınırın diyet yiyecekler için 250 ppm olarak kabul edildiğini bildirmişlerdir.

Vaclav ve ark. (5), Çekoslavakya'da içme sularında NO_3^- konsantrasyonunun 50 ppm, çocuklar için ise 15 ppm ile sınırlandırıldığını bildirmişlerdir. İçme suyu olarak tüketilen yeraltı sularındaki NO_3^- konsantrasyonu ile bebeklerde ölüme neden olan methemoglobinemi hastalığı arasında çok yakın bir ilişkinin olduğunu ve Dünya Sağlık Teşkilatı raporlarına göre 1945'ten bu yana %8'i ölüme sonuçlanan 2000 civarında methemoglobinemi vakasına rastlandığını bildirmişlerdir.

Mengel ve Kirkby (6), tarımsal üretimde NO_3^- formunda uygulanan gübrenin bir kısmının topraktan yıkanarak içme suyu sağlayan aküferlere karışabildiğini, ancak yıkanarak topraktan uzaklaşan miktarın yeraltı sularının kirlenmesindeki etki derecesinin net olarak bilinmediğini belirtmişlerdir. Parker'i kaynak göstererek, kültür bitkilerinin, uygulanan N'un %50'sini birinci yıl kullandığını, %5'lik diliminin yıkanarak toprak derinliğine doğru uzaklaştığını, %30'luk bölümünün mikroorganizmalarca organik formda fikse edildiğini ve %15'lik bölümünün ise denitrifikasyona uğradığını bildirmişlerdir.

Antalya ili genelinde gübre kullanımı ülkemiz ortalamasının üzerinde olup, özellikle Kumluca ve Finike ilçelerinde oldukça yüksektir. Bu iki ilçede 1989 ve 1993 yılları arasında saf azot olarak toplam 16604 ton gübre kullanılmıştır (7). Kullanılan bu toplam miktarın %5'inin yeraltı sularına karıştığı kabul edilirse (6), 830 ton N gibi oldukça yüksek bir miktarın bu beş yıl içersinde yeraltı sularına karıştığı tahmin edilebilir. Ülkemizde yapılan tarımsal üretimde önemli temel girdilerden olan gübreler, sera yetiştiriciliğinde ve turunçgil üretiminde diğer girdilere göre daha fazla önem taşımaktadır. Fakat özellikle sera sebzeçiliğinde bilinçsizce ve herhangi bir bilimsel veriye dayanmadan yapılan aşırı N'lu gübreleme, önemli düzeyde çevre kirliliğine neden olabileceği gibi, verim ve kaliteyi de olumsuz yönde etkilemektedir.

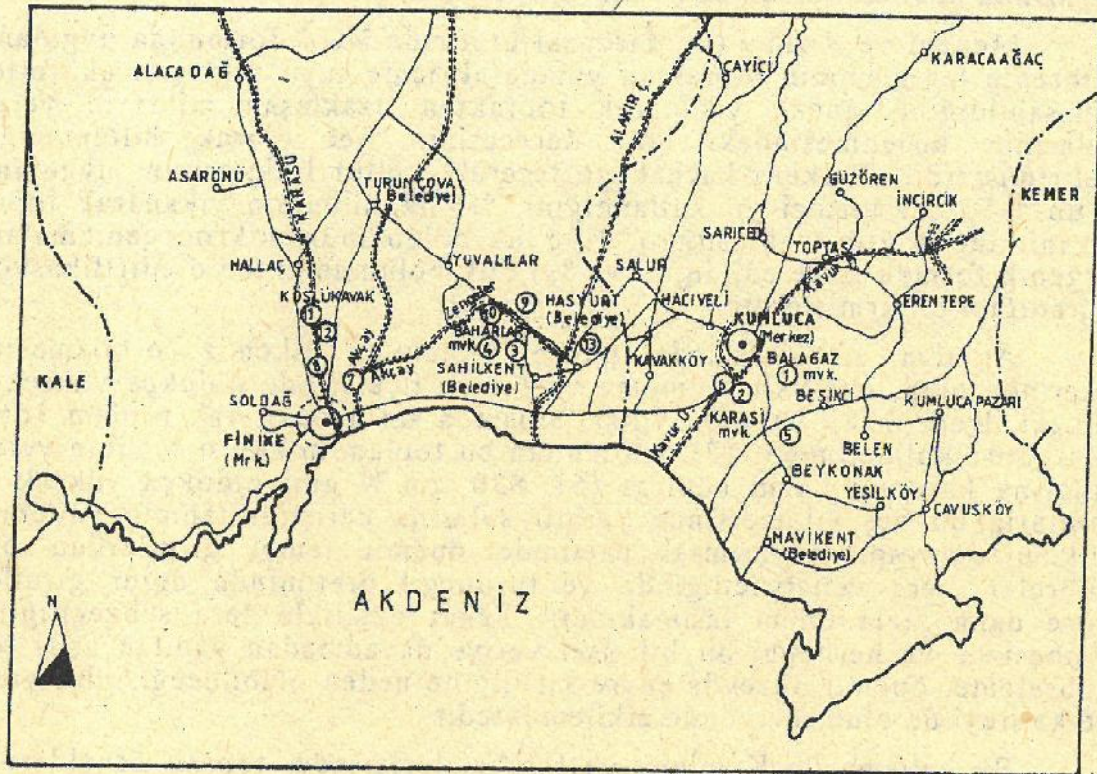
Bu çalışma ile Kumluca ve Finike ilçelerinde, toprak örnekleri ile sulama, drenaj, dere, ve yöredeki belli başlı kaynak ve şebeke sularından alınan su örneklerinin analiz sonuçlarına göre N'lu gübrelerin toprak ve su kirliliği üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak kullanılan toprak ve sulama suyu örnekleri, Kumluca ve Finike ilçelerinden, Washington Navel çeşidi portakal yetiştirilen, üçü kapalı, biri açık drenaj sistemine sahip dört adet turunçgil bahçesinden ve Kumluca ilçesinde kapalı drenaj sistemine sahip bir seradan üç dönemde (20 Ekim 1993, 12 Ocak 1994, 05 Nisan 1994) alınmıştır. Ayrıca, drenaj ve dere suyu ile yöredeki belli başlı kaynak ve şebeke sularından da aynı dönemlerde örnekler alınmıştır. Toprak ve su örneklerinin alındığı yerler Şekil 1'de gösterilmiştir.

Toprak örnekleri, turunçgil bahçelerinde ağaçların taç izdüşümlerinden ve seradan 0-20, 20-40 cm olmak üzere iki farklı derinlikten bahçeleri ve serayı temsil edecek şekilde alınmıştır. Toprak örneklerinin pH değerleri 1:2.5 toprak-sü karışımında, CaCO_3 kapsamları Kalsimetrik metot ile Kacar (8)'in bildirdiği şekilde belirlenmiştir. Eriyebilir toplam tuz saturasyon ekstraktında kondüktivimetre cihazı ile elektriki iletkenlik ölçülerek (9) ve bünye Hidrometre metoduna göre belirlenmiştir (10). Organik madde Modifiye Walkley-Black metodu, toplam N Modifiye Kjeldahl metodu, alınabilir P

Olsen metodu, değişebilir K, Ca, ve Mg 1 N Amonyum asetat metodu ile Kacar (8)'in bildirdiği şekilde belirlenmiştir. Nitrat, Stanford ve Hanwey (11)'in bildirdiği gibi; nemli toprak örneklerinden 10 g alınıp, üzerine 50 ml saf su ilave edilerek 15 dakika çalkalanmış daha sonra mavi bantlı filtre kağıdından süzülerek; elde edilen süzükte, Fresenius ve ark. (12)'na göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Toprak ve Su Örneklerinin Alındığı Yerler

Su örnekleri artezyenlerden, dren ağızlarından, derelerden, kaynaklardan ve şebeke sularından Tuncay (13)'ün bildirdiği gibi alınmıştır. Su örneklerinin CO_3 , HCO_3^- ve Cl^- içerikleri ile pH ve elektriksel iletkenlikleri (EC) Ayyıldız (14)'a göre belirlenmiştir. Örneklerin K, Ca, Mg, Na içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometre ile, NO_3^- (Na-Salisilat metodu), SO_4^{2-} ve B içerikleri ise kolorimetrik olarak Fresenius ve ark. (12)'na göre belirlenmiştir. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ve %Na değerleri ise K, Ca, Mg ve Na analiz sonuçlarından yararlanılarak hesaplanmıştır (14).

Elde edilen toprak ve su analiz sonuçları, sınır değerleri ile karşılaştırılarak, incelenen bahçelerde ve serada kullanılan N'lu gübrelerin toprak ve su kirliliği üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak Örneklerinin Özellikleri ve Nitrat Konsantrasyonunun Dönemlere Göre Değişimi

Kumluca ve Finike ilçelerindeki dört adet turunçgil bahçesinden ve bir adet domates serasından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerinden alınan

toprak örneklerinin pH değerleri 7.55-8.11 arasında, CaCO₃ içerikleri %6.3-20.1 değerleri arasında, eriyebilir toplam tuz içerikleri %0.018-0.064 değerleri arasında değişmiştir. İncelenen toprakların reaksiyonları hafif alkali ve alkali (15), CaCO₃ içerikleri yüksek ve çok yüksek (16) sınıflara girmekte olup, tuzluluk yönünden herhangi bir sorunun bulunmadığı (17), ayrıca toprak örneklerinin orta ve kaba bünyeye (tın ve kumlu tın) sahip olduğu saptanmıştır. Toprak örneklerinin organik madde içerikleri %0.7-2.4 değerleri arasında değişmekte olup, humusca fakir ve az humuslu sınıflara girmektedir (18). Araştırmanın yürütüldüğü serada ve bahçelerde, toprak örneklerinin N, P, K, Ca, ve Mg içerikleri bakımından beslenme sorunu bulunmadığı belirlenmiştir (19, 20).

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden ve seradan farklı iki derinlikten alınan toprak örneklerinin NO₃⁻ analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

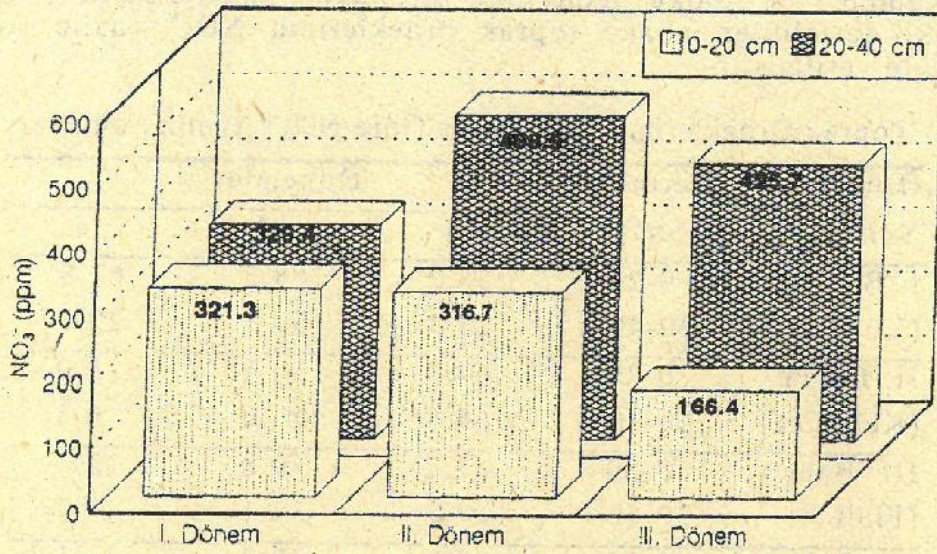
Tablo 1. Toprak Örneklerinin Dönemlere Göre NO₃⁻ Analiz Sonuçları (ppm).

Örnekleme Yerleri	Derinlik (cm)	Dönemler		
		1	2	3
I. Bahçe (Kumluca)	0-20	25.2	68.5	61.8
	20-40	27.3	59.1	29.1
II. Bahçe (Kumluca)	0-20	64.0	10.5	5.0
	20-40	64.5	24.0	8.8
III. Bahçe (Finike)	0-20	67.7	50.8	12.4
	20-40	100.9	32.1	7.7
IV. Bahçe (Finike)	0-20	99.8	48.8	26.8
	20-40	65.3	54.5	6.1
Sera (Kumluca)	0-20	321.3	316.7	166.4
	20-40	329.4	499.5	425.7

Tablo 1'den de izlenebileceği gibi, I nolu bahçede NO₃⁻ konsantrasyonu ikinci dönemde diğer dönemlere göre her iki derinlikte de daha yüksek seviyede bulunmuştur. Birinci dönemde 0-20 cm derinlikte 25.2 ppm olan NO₃⁻ konsantrasyonu, ikinci dönemde aynı derinlikte 68.5 ppm düzeyine ulaşmıştır. İkinci dönemde her iki derinlikte NO₃⁻ seviyesinin diğer dönemlere göre daha yüksek olmasının, ikinci örnekleme döneminden iki hafta önce bahçe sahibi tarafından yapılan çiftlik gübresi uygulamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim üçüncü dönemde birinci derinlikte fazla bir azalmanın olmadığı görülmüştür. Ancak, ikinci derinlikte yılanmanın ve ilkbaharda sürgün faaliyetinin başlaması sonucunda ortaya çıkan hızlı NO₃⁻ absorpsiyonunun etkisi ile toprakların NO₃⁻ konsantrasyonunda bir azalma görülmüştür. Diğer turunçgil bahçelerinde (II, III ve IV nolu bahçeler) birinci dönemde toprak örneklerinin her iki derinlikte de en yüksek NO₃⁻ içeriğine sahip olduğu saptanmıştır (Tablo 1). Daha sonraki dönemlerde ise bu bahçelerin topraklarındaki NO₃⁻ konsantrasyonu hızla azalarak üçüncü dönemde en düşük seviyeye ulaşmıştır. Örnekleme dönemi boyunca toprakların NO₃⁻ içeriklerinde gözlenen bu hızlı azalmanın, kış ve ilkbahar aylarında

yağışlar nedeniyle yıkanmanın artması sonucunda ortaya çıktığı sanılmaktadır. Özellikle II nolu bahçede ikinci derinlikte, birinci derinliğe göre NO_3^- konsantrasyonunun daha yüksek bulunması, yıkanmanın önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Kumluca ilçesinde seradan alınan toprak örneklerinin NO_3^- konsantrasyonları, her iki derinlikte ve her üç dönemde de turunçgil bahçelerine göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur (Tablo 1). Bunun yanında, turunçgil bahçelerinde birinci dönemden itibaren görülen azalma sera toprağında görülmediği gibi, ikinci derinlikte her üç dönemde de NO_3^- konsantrasyonunun, birinci derinliğe göre önemli derece daha yüksek düzeyde bulunduğu saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Domates Serasından Alınan Toprak Örneklerinde NO_3^- Konsantrasyonunun Dönemlere Göre Değişimi.

Serada damla sulama sistemi uygulanmasına karşın, yüksek dozlarda gübre kullanılması ve sera toprağının kumlu tın bünyeye sahip olması nedeni ile yıkanmanın turunçgil bahçelerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Duynisveld ve ark. (21) tarafından tarımsal üretimde kullanılan N'lu gübrelerin aşırı tüketiminden kaynaklanan çevre kirliliği konusunda yapılan çalışmada, son yıllarda bir çok Avrupa ülkesinde yeraltı sularının NO_3^- ile kirlilik düzeyinde belirgin bir artışın olduğu ve bu artışın, yoğun tarımsal üretim yapılan topraklarda oluşan yıkanmadan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu çalışmada yıkanma işleminin bütün ayrıntılarıyla bilinmesinin, yıkanmanın minimuma indirilebilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için önemli olduğu da vurgulanmıştır. Strebil ve ark. (22) da Avrupa'nın yağışlı bölgelerinde NO_3^- yıkanmasının önemli bir kısmının sonbahar, kış ve erken ilkbaharda oluştuğunu bildirmişlerdir. Ayrıca intensif tarımsal üretim yapılan kum bünyeli topraklardan bir yılda yeraltı sularına karışan NO_3^- miktarının, sebze ve yem bitkisi üretilen bölgelerde diğer bölgelere göre daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir.

Su Örneklerinin Özellikleri ve Nitrat Konsantrasyonunun Dönemlere Göre Değişimi

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinde ve serada sulama suyu olarak kullanılan artezyen ve dere sularının pH değerleri nötr ve orta derecede alkali karakter göstermiştir. Sulama suları EC ve SAR değerleri bakımından Soil Survey Staff (17)'a göre sınıflandırıldığında C₂C₁ sınıfına (Orta Tuzlu - Az Sodyumlu) girmektedirler. Sulama suyu örneklerinin %Na değerleri ile Cl ve B içerikleri Christiansen ve ark. (23)'na göre, SO₄⁻² içerikleri ise Schofield (24)'e göre sınıflandırıldığında, sulama suları tüm bu özellikler bakımından I. sınıfa girmektedirler.

Turunçgil bahçelerinde ve serada sulama suyu olarak kullanılan artezyen sularından ve drenaj sularından üç farklı dönemde alınan su örneklerinin NO₃⁻ analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Artezyen ve drenaj sularının değerlendirilmesinde, drenaj sistemleri daha sağlıklı olarak çalışan I ve III nolu turunçgil bahçeleri ile sera dikkate alınmıştır.

Tablo 2. Artezyen ve Drenaj Sularının NO₃⁻ Analiz Sonuçları (ppm).

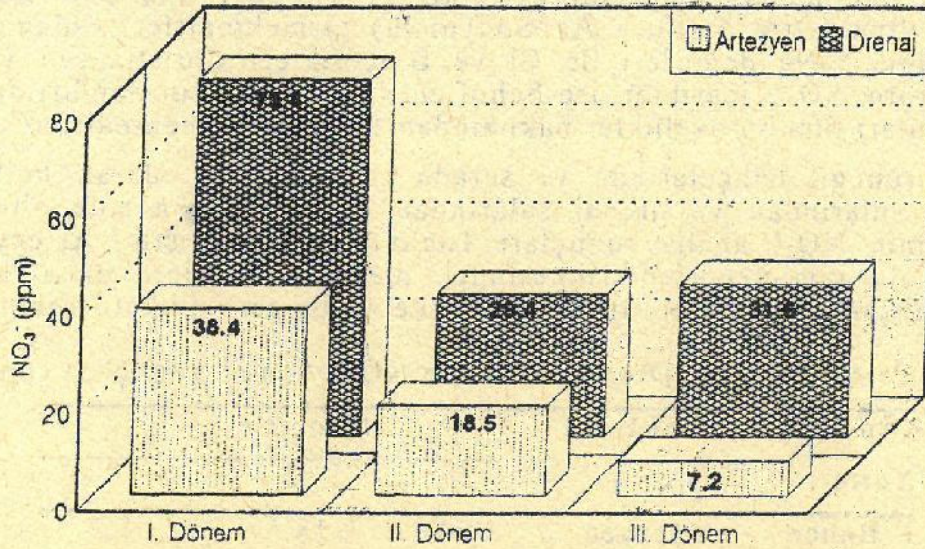
Örnekleme Yerleri	Örneğin Cinsi	Dönemler		
		1	2	3
I. Bahçe (Kumluca)	Artezyen	38.4	18.5	7.2
	Drenaj	73.4	29.4	31.6
III. Bahçe (Finike)	Artezyen	17.0	12.9	11.1
	Drenaj	22.7	47.4	13.0
Sera (Kumluca)	Artezyen	5.8	2.0	5.1
	Drenaj	121.5	49.8	250.0

Kumluca ilçesindeki turunçgil bahçesinin artezyen sularında birinci dönemde 38.4 ppm düzeyinde bulunan NO₃⁻ konsantrasyonu, ikinci dönemde 18.5 ppm'e, üçüncü dönemde ise 7.2 ppm'e kadar düşmüştür (Şekil 3).

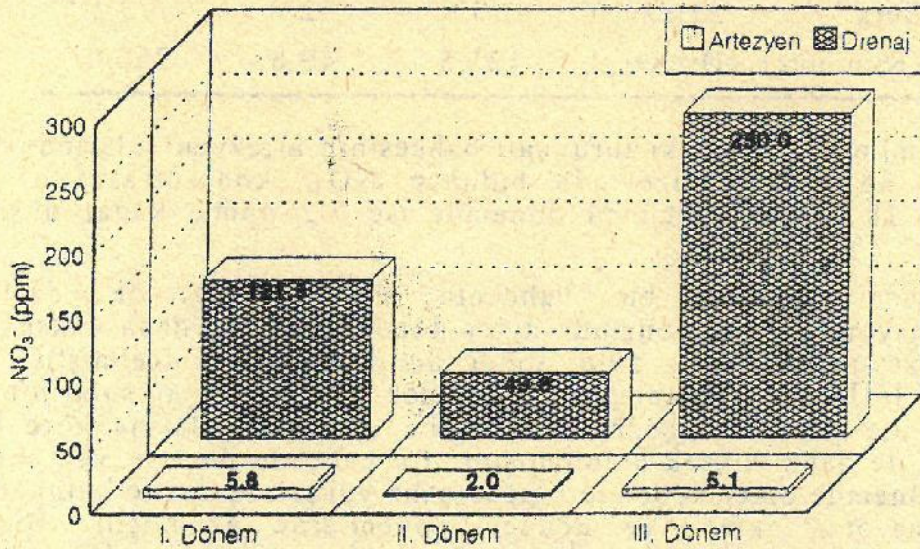
Benzer şekilde bu bahçenin drenaj sularında da NO₃⁻ konsantrasyonu birinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek (73.4 ppm) düzeyde bulunmuş olup, diğer dönemlerde ise azalmıştır. Finike ilçesindeki III nolu turunçgil bahçesinden alınan drenaj sularının NO₃⁻ içerikleri de I nolu bahçede olduğu gibi, artezyen sularına göre her üç dönemde de daha yüksek bulunmuştur. Bu bahçede de artezyen sularında birinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede bulunan NO₃⁻ konsantrasyonu, ikinci ve üçüncü dönemlerde azalmıştır. Bir nolu turunçgil bahçesinde de belirlendiği gibi artezyen sularının NO₃⁻ düzeylerinde ikinci ve üçüncü dönemlerde görülen azalma, kış aylarındaki fazla yağışlar nedeniyle bu sularda bir seyrelme olması ile açıklanabilir. Bu bahçenin drenaj sularında en yüksek NO₃⁻ konsantrasyonu, I nolu bahçenin aksine, ikinci dönemde bulunmuştur.

Kumluca ilçesinde domates serasından alınan artezyen sularında, turunçgil bahçelerine göre daha düşük seviyelerde bulunan NO₃⁻ konsantrasyonu, drenaj suyunda oldukça yüksek seviyelerde bulunmuştur.

Artezyen sularında oldukça düşük seviyelerde bulunan ve dönemlere göre fazla bir değişiklik göstermeyen NO_3^- konsantrasyonu, drenaj sularında birinci dönemde 121.5 ppm düzeyinde olup, ikinci dönemde azalarak 49.8 ppm'e düşmüş, üçüncü dönemde ise bu değer yaklaşık beş katı kadar artarak, 250.0 ppm gibi oldukça yüksek bir seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Bir nolu Turunçgil Bahçesinden Alınan Artezyen ve Drenaj Suyu Örneklerinde NO_3^- Konsantrasyonunun Dönemlere Göre Değişimi



Şekil 4. Domates Serasından Alınan Artezyen ve Drenaj Suyu Örneklerinde NO_3^- Konsantrasyonunun Dönemlere Göre Değişimi

Drenaj suyunda NO_3^- konsantrasyonunun yüksek düzeylere ulaşması, tarımsal üretimde kullanılan N'lu gübrelerden kaynaklanan NO_3^- yıkanmasının nedenli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, araştırmanın yürütüldüğü bölgenin, örtü altı tarımında Türkiye genelinde

ilk sıralarda yer aldığı dikkate alındığında, tarımsal üretimde kullanılan N'lu gübrelerden yıkanarak yeraltı sularına karışan NO_3^- 'in, yeraltı sularının kirlenmesinde önemli bir faktör olduğu kolayca anlaşılmaktadır. Ayrıca, yörede örtü altı yetiştiriciliği yapılan seralarda yaz döneminde kök bölgesindeki tuzluluğun giderilmesi amacı ile yapılan yıkamalar da yeraltı sularının NO_3^- ile kirlenme riskini artıran diğer önemli bir faktördür. Nitekim Demyttenaere ve ark. (25) Belçika ve Finlandiya'da intensif sebze üretimi yapılan bölgelerde, drenaj sularındaki NO_3^- konsantrasyonunun içme suları için belirlenen 50 ppm sınırının üzerinde olduğunu, inceledikleri drenaj sularının %20'sinin ise 100 ppm'in üzerinde NO_3^- içerdiğini belirlemişlerdir. Cooke (26) ise İngiltere'nin intensif tarım yapılan bölgelerinde, kış aylarında drenaj sularının NO_3^- içeriğinin 40-80 ppm değerleri arasında değiştiğini saptamıştır.

Kumluca ve Finike ilçelerindeki belli başlı kaynak ve bu kaynaklardan beslenen derelerden ve şebeke sularından üç dönemde alınan su örneklerinin dönemlere göre NO_3^- analiz sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

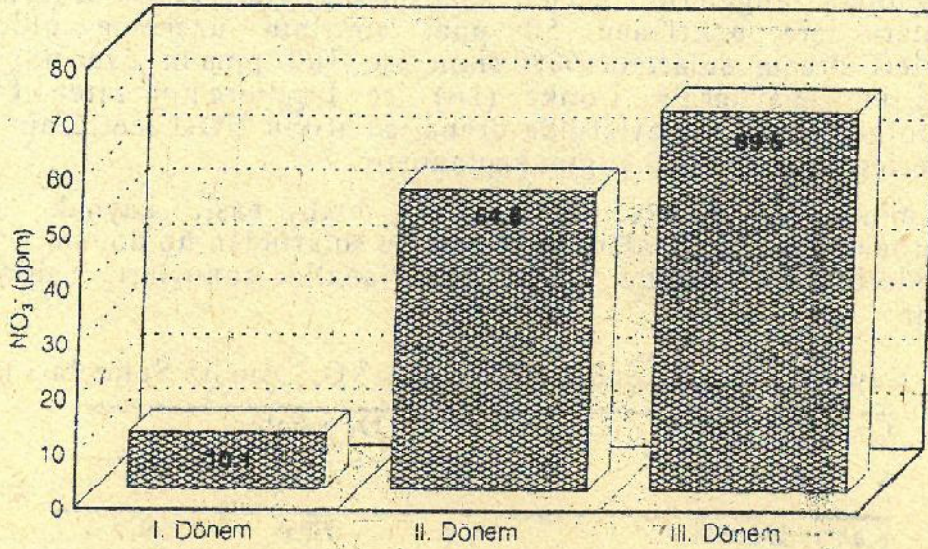
Tablo 3. Kaynak, Dere ve Şebeke Sularının NO_3^- Analiz Sonuçları (ppm).

Örnekleme Yerleri	Dönemler		
	1	2	3
Kavur Deresi	10.1	54.6	69.5
Tekke Pınarı	2.5	1.5	2.5
Akçay Çayı	2.2	2.5	4.0
Köşklükavak Kaynağı	2.6	1.9	2.6
Karasu Çayı	6.9	8.8	9.8
Finike Şebeke Suyu	8.3	9.6	13.3
Hasyurt Şebeke Suyu	2.2	-	2.1

Kumluca ilçesinde su örneği alınan Kavur deresi suyunun birinci dönemde 10.1 ppm olan NO_3^- içeriği, kış ayları boyunca artarak üçüncü dönemde 69.5 ppm düzeyine ulaşmıştır (Şekil 5). Kavur deresi üzerinden örnek alınan nokta ile derenin doğduğu nokta arasındaki mesafede (yaklaşık 7 km), yoğun olarak turunçgil üretimi ve örtü altı tarımı yapılması nedeniyle, bu dere, civarındaki seralar ile turunçgil bahçelerinin doğal drenaj kanalı görevini de yapmaktadır. Kış aylarında bahçe ve seralardan drene olan suların ve yağışların etkisiyle, üçüncü dönemde derenin debisinin birinci döneme göre yaklaşık 10 kat fazla olduğu gözlenmiştir. Üçüncü dönemde debisinin artmasına karşın, NO_3^- düzeyinin de en yüksek seviyeye ulaşması, kullanılan N'lu gübrelerden kaynaklanan NO_3^- yıkanmasının önemli boyutlarda olduğunu ortaya koymaktadır.

Finike ilçe sınırları içinde yer alan Tekke Pınarından ve bu kaynaktan beslenen Akçay akarsuyundan alınan su örneklerinin NO_3^- konsantrasyonlarının önemli derecede birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir (Tablo 3). Kaynak ile çay üzerinden örnek alınan nokta arasındaki mesafede (yaklaşık 5 km), çok fazla sayıda bahçe ve seranın olmaması, çay suyu ile kaynak suyunun NO_3^- konsantrasyonları arasında

önemli bir farklılığın bulunmamasını açıklar niteliktedir. İlçe sınırları içinde bulunan diğer bir akarsu ise Karasu çayıdır. Bu çaydan ve çayı besleyen Köşklükavak kaynağından alınan su örneklerinin NO_3^- içerikleri arasında az da olsa bir fark bulunduğu, çay suyunun kaynak suyuna göre biraz daha yüksek seviyede NO_3^- içerdiği belirlenmiştir. Bu farklılığın ortaya çıkmasına, çay civarında yoğunlaşmış olan turunçgil bahçelerinden ve seralardan yıkanan NO_3^- 'in neden olduğu sanılmaktadır.



Şekil 5. Kavur Deresinden Alınan Su örneklerinde NO_3^- Konsantrasyonunun Dönemlere Göre Değişimi

Finike ilçe merkezinden alınan şebeke suyu örneğinin NO_3^- içeriğinde, yıkanmanın fazla olduğu dönemlerde az da olsa bir artış olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Finike ilçesi içme sularında saptanan en yüksek NO_3^- konsantrasyonu (13.3 ppm), içme suları için Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) tarafından (27) belirlenen 50 ppm sınır değeri ile karşılaştırıldığında önemli bir NO_3^- kirliliğinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Ancak yıkanmanın fazla olduğu dönemlerde içme sularının NO_3^- içeriğindeki artış, şebeke suyunun sağlandığı kaynak civarında yapılan tarımsal üretimde kullanılan N'lu gübrelerden NO_3^- 'in yıkandığını ortaya koymasından önemlidir. Bölgede yapılan tarımın yoğunluğuna bağlı olarak, gerekli önlemlerin alınmaması halinde, gelecekte kirliliğin daha yüksek boyutlara ulaşacağı sanılmaktadır. Nitekim Tanow ve ark. (28) tarafından da Bulgaristan'da N'lu gübre uygulamalarının aşırı bir şekilde artmasıyla, özellikle sonbahar ve ilkbahar aylarında içme sularında NO_3^- konsantrasyonunun 30 ppm düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. Finike ilçesine bağlı Hasyurt beldesinden birinci ve üçüncü dönemlerde alınan şebeke sularının NO_3^- içeriklerinin ise oldukça düşük düzeylerde bulunduğu ve dönemlere göre önemli bir değişikliğin görülmediği belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

İncelenen turunçgil bahçelerinde bazı dönemlerde, serada ise tüm dönemlerde ikinci derinlikten alınan toprak örneklerinin, birinci derinliğe göre daha yüksek NO_3^- konsantrasyonlarına sahip olması, yörede

kullanılan N'lu gübrelerden NO_3^- yıkanmasının önemli olduğunu göstermektedir. Nitekim özellikle seradan alınan drenaj suyu örneklerinde oldukça yüksek düzeyde NO_3^- bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca yöre topraklarının genellikle orta ve kaba bünyeli (tın ve kumlu tın) olması da, NO_3^- yıkanmasını arttırıcı bir faktör olarak değerlendirilebilir. Elde edilen bu verilere karşın, artezyen, kaynak ve içme suyu olarak kullanılan şebeke sularında NO_3^- konsantrasyonlarının, içme suları için WHO tarafından bildirilen 50 ppm sınırının çok altında olduğu ve bu sularda henüz NO_3^- kirliliğinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak tarımsal üretimin tüm aşamalarında yeterince önlem alınmaması halinde, gelecekte içme suyu sağlanan aküferlerde ve kaynak sularında NO_3^- ile kirlilik düzeyinin artabileceği söylenebilir.

Yörenin tarımsal potansiyeli, iklimi ve üreticilerin eğitim düzeyleri dikkate alınarak, N'lu gübrelemeden kaynaklanan NO_3^- ile kirlenme riskinin azaltılması amacıyla alınması gereken önlemler aşağıda belirtilmiştir;

- Öncelikle aşırı N'lu gübrelemeden kaçınılmalıdır. Bu amaçla, uygulanacak N'lu gübre miktarının belirlenmesinde toprak ve bitki analizlerinden yaygın şekilde yararlanılmalıdır.
- Azotlu gübreler yıl içersinde su kullanımı da dikkate alınarak kısım kısım uygulanmalıdır.
- Sıvı formdaki N'lu gübrelerin kullanımından kaçınılmalı ve mümkün olduğu oranda yavaş çözünen N'lu gübrelerin (Kükürt ile kaplanmış üre, Thioüre gibi) kullanımına ağırlık verilmelidir.
- Tarımsal üretimin her aşamasında iyi bir su idaresi sağlanmalı ve tarım-çevre ilişkisi dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir.
- Su kaynaklarında oluşan kirliliğin nedenleri ve kirlilik bakımından duyarlı bölgeler belirlenmeli ve erken uyarı sistemleri geliştirilmelidir.
- Bütün bu önlemlerden başka, konu üzerinde daha yoğun ve ayrıntılı çalışmalar yapılarak, üreticilerin bu konuda aydınlatılması sağlanmalıdır.

Kaynaklar

1. Zabunoğlu, S., Karaçal, İ., Toprak, Su ve Bitki Kirlenmesine Gübrelemenin Etkisi, Çevre Kirliliği ve Kirleticilerin İnsan Bedenine Etkileri. Sempozyum Bildirileri, 6-8 Ocak 1986, İstanbul.
2. Power, J.F., Scheders, J.S., Nitrate contamination of groundwater in North America. *Agric. Ecosystems Environ.*, 26: 165-187, 1989.
3. Zabunoğlu, S., ÖnerToy, Ş.S., Ticaret gübrelerinin çevre kirliliğine etkisi. II. Ulusal Gübre Kongresi, 30 Eylül-4 Ekim 1991, Ankara.
4. Gök, M., Özbek, H., Çolak, A.K., İçel Bölgesi sera koşullarında yapılan aşırı nitrat gübrelemesinin hiyarda nitrat birikimi üzerine etkisi. *Çukurova Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 6, 3, 47-58, 1991.
5. Benes, V., Pekny, V., Skorepa, J., Vrba, J., Impact of diffuse nitrate pollution sources on groundwater quality - some examples from Czechoslovakia. *Environmental Health Perspectives*, 83, 5-24, 1989.

6. Mengel, K., Kirkby, E.A., Principles of Plant Nutrition, 4th Edition. International Potash Institute, Bern, Switzerland, 1987.
7. Anonim, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Antalya İl Müdürlüğü Verileri (Yayınlanmamış istatistikler), 1993.
8. Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, III. Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No.3, Ankara, 1994.
9. Rhoades, S.D., Soluble Salts. Methods of Analysis Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, 167-179, Wisconsin, USA, 1982.
10. Bouyoucos, G.J., A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 4, 9, 434, 1955.
11. Stanford, G., Hanwey, J., Predicting nitrogen fertilizer needs of Iowa soils, II. A simplified technique for determining relative nitrate production in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 19, 74-77, 1955.
12. Fresenius, W., Quentin, K.E., Schneider, W., Water analysis. A Practical Guide to Physico-Chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance. Springer Verlag, New York, 1988.
13. Tuncay, H., Su Kalitesi. Ege Üniv. Zir. Fak. Ders notu, Bornova, İzmir, 1986.
14. Ayyıldız, M., Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 636, Ders Kitabı 199, Ankara, 1976.
15. Kellog, C.E., Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York, 1952.
16. Evliya, H., Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 10, Ankara, 1964.
17. Soil Survey Staff, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No. 60 US Dept. of Agric., Washington DC, 1954.
18. Thun, R., Hermann, R., Knickmann, E., Die Untersuchung von Boden. Neumann Verlag, Radelbeul und Berlin, 48, 1955.
19. Loué, A., Diagnostic Petioloire de Prospection. Etudes sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigne. Societe Commerciale des Potasse d'Alcase Services Agronomiques, 31-41, 1968.
20. Pizer, N. H., Some Advisory Aspects. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No. 14, 184, 1967.
21. Duynisveld, W.H.M., Strebel, O., Böttcher, J., Are nitrate leaching from erable land and nitrate pollution of groundwater avoidable? Ecol. Bull. 39, 116-125, 1988.
22. Strebel, O., Duynisveld, W.H.M., Böttcher, J., Nitrate pollution of groundwater in Western Europe. Agric. Ecosystems Environ., 26, 189-214, 1989.
23. Christiansen, S.E., Olsen, E.C., Willardson, L.S., Irrigation water quality evaluation. J. Irrig. and Drain. 103, 155-169, 1977.

24. Schofield, C.S., The salinity of irrigation water. Smithsonian Inst. Annual Report, 275-287; 1936.
25. Demyttenaere, P., Hofman, G., Ronse, D., Van Ruymbeke, M., Excessive soil mineral-N at harvest of field-grown vegetables; Impact on the nitrate pollution of ground and surface water. Nitrates, Agriculture, eau, 239-244, 1990.
26. Cooke, G.W., Nitrates in surface and underground waters. Span 29, 10-11, 1986.
27. Nagarajah, S., Emerson, B.N., Abeykoon, V., Yogalingam, S., Water quality of some wells in Jaffna and Kilinochchi with special reference to nitrate pollution. Tropical Agriculturist, 144, 61-78, 1988.
28. Tanow, A., Zonewa, M., Trynkow, I., Economic assesment of agro-technical measures to prevent nitrate pollution of groundwater. Internationale Zeitschrift der Land Wirtschaft, 32, 3, 216-217, 1988.