

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ

KUMLUCA ve FİNİKE YÖRELERİNDE TARIMDA KULLANILAN  
AZOTLU GÜBRELERİN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİLERİ

T770 / 1-1

Selim TOKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

1995

KUMLUCA ve FİNİKE YÖRELERİNDE TARIMDA KULLANILAN  
AZOTLU GÜBRELERİN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİLERİ

Selim TOKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

1995

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KUMLUCA ve FİNİKE YÖRELERİNDE TARIMDA KULLANILAN  
AZOTLU GÜBRELERİN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİLERİ

Selim TOKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 16/03/1995 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
doksanbeş (95) not takdir edilerek Oybirligi ile kabul  
edilmiştir.

Doç. Dr. Turgut KÖSEOGU  
(Danışman)



Prof. Dr. Tevfik AKSOY



Doç. Dr. Mustafa KAPLAN



ÖZ

KUMLUCA ve FİNİKE YÖRELERİNDE TARIMDA KULLANILAN  
AZOTLU GÜBRELERİN ÇEVRE KİRLİLİĞİNE ETKİLERİ

Selim TOKMAK

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Anabilim Dalı

Ocak 1995, 92 Sayfa

Bu çalışmada Kumluca ve Finike yörelerinde turunçgil ve örtü altı domates yetiştiriciliğinde kullanılan azotlu (N) gübrelerin çevre kirliliği üzerine olan etkileri, özellikle yeraltı sularının kirlenmesindeki rolleri araştırılmıştır. Bu amaçla, yöredeki turunçgil bahçelerinden ve domates üretimi yapılan bir seradan toprak, sulama suyu olarak kullanılan artezyen sularından, drenaj sularından ve yöredeki belli başlı akarsu, dere, kaynak ve şebeke sularından üç dönemde (20 Ekim 1993, 12 Ocak 1994, 05 Nisan 1994) örnekler alınarak  $\text{NO}_3^-$  analizleri yapılmıştır.

Araştırma sonunda artezyen sularının, 2.00-38.40 ppm, kaynak sularının 1.50-2.60 ppm ve şebeke sularının ise 2.09-13.31 ppm arasında değişen miktarlarda  $\text{NO}_3^-$  içerdiği, bu seviyenin ise Dünya Sağlık Teşkilatı'nın (WHO) içme suları için belirlediği 50 ppm limitinin altında olduğu belirlenmiştir. Ancak, başta sera drenaj suyu olmak üzere, drenaj ve dere sularındaki  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin diğer su örneklerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Sera drenaj suyunun  $\text{NO}_3^-$  içeriği, 49.80-250.00 ppm gibi değerler arasında değişirken, Kavur deresi suyunun ise 10.13-69.45 ppm gibi değerler arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Drenaj ve Kavur deresi sularındaki yüksek  $\text{NO}_3^-$  seviyelerinin, yakın gelecekte yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$ 'la kirlilik düzeyinin daha yüksek boyutlara ulaşacağını habercisi olduğu düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Çevre Kirliliği, Nitrat Analizi, Artezyen Suyu.

DANIŞMAN: Doç. Dr. Turgut KÖSEOĞLU

## ABSTRACT

### EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZERS USED IN AGRICULTURE IN KUMLUCA AND FİNİKE REGIONS ON ENVIRONMENTAL POLLUTION

Selim TOKMAK

MSc Thesis, Department of Soil Science

January 1995, 92 pages.

In this study, the effects of nitrogen fertilizers used in citrus orchards and in the greenhouse for the production of tomato in Kumluca and Finike regions on the environmental pollution and in particular on the pollution of underground waters were investigated. During the research, soil samples from citrus orchards and a tomato greenhouse, and water samples from drilled well waters used for irrigation, drainage waters, and from the main rivers, streams, natural water sources and the network waters were taken on three different occasions (20 October 1993, 12 January 1994, 05 April 1994) and the analyses of  $\text{NO}_3^-$  on these samples were carried out.

The results of the study showed that the  $\text{NO}_3^-$  contents changed from 2.00 to 38.40 ppm for drilled well waters, from 1.50 to 2.60 ppm for natural waters and from 2.09 to 13.31 ppm for network waters, which were all below the limit of 50 ppm suggested by WHO (World Health Organization). However, it was also found that the samples from drainage waters, greenhouse drainage waters in particular, and stream waters contained higher  $\text{NO}_3^-$  contents when compared to the other water samples. While the  $\text{NO}_3^-$  content of greenhouse drainage water changed from 49.80 to 250.00 ppm, the  $\text{NO}_3^-$  content of Kavur stream varied between 10.13 and 69.45 ppm. As a consequence, it is thought that the high  $\text{NO}_3^-$  levels in the greenhouse drainage and the Kavur stream waters are alarming in that they will increase the  $\text{NO}_3^-$  pollution level in the underground waters in a near future time.

**KEY WORDS:** Environmental Pollution, Nitrate Analysis,  
Drilled Well Water.

**ADVISER:** Assoc. Prof. Dr. Turgut KÖSEOĞLU

## ÖNSÖZ

Çevresiyle ekolojik uyum içinde bulunmayan tek canlı organizma insandır. Çünkü, ekonomik kavramları çoğu kez doğanın sömürüsüne dayanmaktadır. İnsanoglunun bu sömürüsü zaman içinde o kadar ileri gitmiştir ki, doğa kendini regüle edici foksiyonunu yapamaz hale gelmiştir. Bunun sonucu ekolojik denge bozularak, sorunlu doğa parçaları oluşmuştur.

Dünyanın geleceğini ilgilendiren "Çevre Kirliliği" konusundaki tartışmaların ağırlık noktasını endüstriyel atıklar oluşturmaktadır. Ancak, son yıllarda kirlenme etmenleri arasında katı, sıvı, gaz atıkların yanında endüstri ürünlerinin aşırı tüketimi de sayılmaya başlanmıştır. Özellikle toprak, su ve bitki kirleticileri olarak tarımda kullanılan, tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler de sayılmaya başlanmıştır.

Tarımsal üretimde kullanılan mineral gübrelerden özellikle N'lu gübreler aşırı dozda kullanıldığında toprak, su ve hava kirlenmesine neden olabilmektedir. Topraktaki konsantrasyonunun yüksek olması durumunda  $\text{NO}_3^-$  bazı sebzeler tarafından fazla miktarda alınmakta ve sonuçta besin zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşarak çeşitli arazlara neden olabilmektedir. Nitratın, yeraltı sularının kirlenmesinde en önemli faktör olması nedeni ile tarımsal üretimde N'lu gübrelerin kullanımı yıllık olarak düşünölmelidir. Bu çalışmada, turunçgil ve turfanda sebze üretiminde ölkö genelinde ilk sıralarda yer alan Kumluca ve Finike ilçesinde tarımsal üretimde yoğun bir şekilde kullanılan N'lu gübrelerin, yeraltı suyu kirliliği üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmada, gübre kullanımı bakımından ölkö genelinin üzerinde olan bu yörelerde mevcut yeraltı suyu kirliliği tespit edilerek, gübre kullanımının daha programlı ve ekonomik olarak uygulanması yönünde katkıda bulunulması düşünölmüştür.

Çalışmanın, gübre kullanımının daha bilinçli yapılması ve çevre kirliliği konusunda daha çok bilimsel çalışmaların yapılması konularında katkıda bulunmasını dilerim.

Bana bu konuda çalışma olanakı veren danışmanım Sayın Doç. Dr. Turgut KÖSEOĞLU'na (Akd. Üniv. Z. F.) ve yardımlarını gördüğüm Kumluca ve Finike Tarım İlçe Müdürlüğü elemanlarına ayrıca, çalışmalarımnda büyük yardımlarını gördüğüm bölümümüz elemanlarından Ar.Gör. Necmi PİLANALI'ya ve Hüseyin A. Duman'a da teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Kapsamı .....	1
1.2. Azotlu Gübrelerin Yeraltı, Yüzey ve İçme Suları Üzerine Olan Etkileri .....	5
1.3. Azotlu Gübrelerin İnsan Sağlığı Üzerine Olan Etkileri .....	20
2. MATERYAL ve METOD .....	25
2.1. Materyal .....	25
2.1.1. Araştırma Alanının Yeri .....	25
2.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri ...	25
2.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri ..	31
2.1.4. Araştırma Alanındaki Su Kaynaklarının Özellikleri .....	31
2.2. Metod .....	34
2.2.1. Arazi Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler .....	34
2.2.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması ..	34
2.2.1.2. Su Örneklerinin Alınması .....	34
2.2.2. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler .....	34
2.2.2.1. Toprak Analiz Yöntemleri .....	34
2.2.2.2. Su Örneklerinin Analizleri ...	37
3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	39
3.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları .....	39
3.1.1. Toprak Örneklerinin pH Analiz Sonuçları.	39
3.1.2. Toprak Örneklerinin CaCO <sub>3</sub> Kapsamları ...	41
3.1.3. Toprak Örneklerinin Eriyebilir Toplam Tuz Kapsamları .....	42
3.1.4. Toprak Örneklerinin Bünye Analiz Sonuçları .....	42
3.1.5. Toprak Örneklerinin Organik Madde Kapsamları .....	43
3.2. Toprak Örneklerinin Bitki Besin Maddesi Kapsamları .....	44

	<u>Sayfa</u>
3.2.1. Toprak Örneklerinin Toplam Azot Kapsamları .....	44
3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınabilir Fosfor Kapsamları .....	45
3.2.3. Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum Kapsamları .....	46
3.2.4. Toprak Örneklerinin Değişebilir Kalsiyum Kapsamları .....	48
3.2.5. Toprak Örneklerinin Değişebilir Magnezyum Kapsamları .....	48
3.2.6. Toprak Örneklerinin Değişebilir Sodyum Kapsamları .....	49
3.3. Sulama Sularının (Artezyen, Dere ve Baraj suyu) Sınıflandırılması .....	50
3.4. Kaynak ve Şebeke Sularının Sınıflandırılması ..	56
3.5. Toprak Örneklerinde Dönemlere Göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Değişimi .....	58
3.6. Artezyen ve Drenaj Sularında Dönemlere Göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Değişimi .....	67
3.7. Kaynak, Dere ve Şebeke Sularında Dönemlere Göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Değişimi .....	71
4. ÖZET .....	79
5. SUMMARY .....	81
6. KAYNAKLAR .....	83
Özgeçmiş .....	92



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Toprak ve su örneklerinin alındığı yerler . . .	27
Şekil 2.2. Kumluca ilçesi Kavur deresinin genel görünümü . . . . .	35
Şekil 2.3. Finike ilçesi III nolu turunçgil bahçesinde dren ağzının genel görünüşü . . . . .	35
Şekil 3.1. Kumluca ilçesi I nolu turunçgil bahçesinde dönemlere göre topraktaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . .	61
Şekil 3.2. Kumluca ilçesi II nolu turunçgil bahçesinde dönemlere göre topraktaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . .	61
Şekil 3.3. Finike ilçesi III nolu turunçgil bahçesinde dönemlere göre topraktaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . .	63
Şekil 3.4. Finike ilçesi IV nolu turunçgil bahçesinde dönemlere göre topraktaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . .	64
Şekil 3.5. Kumluca ilçesi domates serasında dönemlere göre topraktaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . . .	66
Şekil 3.6. Kumluca ilçesi I nolu turunçgil bahçesinde dönemlere göre artezyen ve drenaj suyundaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . . .	68
Şekil 3.7. Finike ilçesi III nolu turunçgil bahçesinde dönemlere göre artezyen ve drenaj suyundaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . . .	69
Şekil 3.8. Kumluca ilçesi domates serasında artezyen ve drenaj suyundaki dönemlere göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . . . .	70
Şekil 3.9. Akçay çayının dönemlere göre kaynak ile örnekleme noktası arasındaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . .	72
Şekil 3.10. Karasu çayının dönemlere göre kaynak ile örnekleme noktası arasındaki NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi . . .	73

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.11. Kumluca ilçesi kavur deresinin dönemlere göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi .....	75
Şekil 3.12. Finike ilçesi şebeke suyunun dönemlere göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi .....	76
Şekil 3.13. Hasyurt şebeke suyunun dönemlere göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> değişimi .....	77

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Kumluca ve Finike ilçelerinde 1989 ve 1993 yılları arasında aylar itibari ile kullanılan saf azotlu gübre miktarları (Anonim 1993b) ..	5
Çizelge 1.2. Yerüstü ve yeraltı sularının anyon içerikleri (Kovancı 1979) .....	20
Çizelge 2.1. Toprak ve su örneklerinin alındığı yerler ve alınan örnek çeşitleri .....	26
Çizelge 2.2. Araştırma yapılan sera ve bahçelerin genel özellikleri ve uygulamalar .....	28
Çizelge 2.3. Kumluca meteoroloji istasyonunda 1978-1991 yılları arasında elde edilen bazı meteorolojik bulguların ortalama değerleri (Anonim 1994b) .....	29
Çizelge 2.4. Finike meteoroloji istasyonunda 1978-1991 yılları arasında elde edilen bazı meteorolojik bulguların ortalama değerleri (Anonim 1994b) .....	30
Çizelge 2.5. Kumluca ve Finike yöresi topraklarının ortalama analiz değerleri .....	32
Çizelge 2.6. Araştırma sahasını kateden Akçay, Karaçay ve Alakır çaylarından 1976 yılında alınan su örneklerinin analiz sonuçları (Anonim 1978) .....	33
Çizelge 2.7. Tekke ve Salur kaynaklarından alınan su örneklerinin analiz sonuçları (Anonim 1978) .....	34
Çizelge 3.1. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları .....	39
Çizelge 3.2. Toprak örneklerinin sınıflandırılmasında kullanılan standart değerler .....	40

Çizelge 3.3.	Toprak örneklerinin bitki besin kapsamaları .....	45
Çizelge 3.4.	Toprak örneklerinin bitki besin maddesi kapsamlarının sınıflandırılmasında kullanılan standart değerler .....	47
Çizelge 3.5.	Sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları.	52
Çizelge 3.6.	Sulama suyu örneklerinin sınıflandırılmasında kullanılan standart değerler .....	53
Çizelge 3.7.	Sulama suyu örneklerinin tuzluluk ve SAR değerlerine göre kalite sınıfları .....	55
Çizelge 3.8.	Kaynak ve şebeke sularının analiz sonuçları .....	57
Çizelge 3.9.	Antalya Su İşletme Müdürlüğünün içme ve kullanma suları için kullandıkları standart değerler .....	58
Çizelge 3.10.	Toprak örneklerinin dönemlere göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> analiz sonuçları (ppm) .....	59
Çizelge 3.11.	Artezyen ve drenaj sularının dönemlere göre NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> analiz sonuçları (ppm) .....	67
Çizelge 3.12.	Kaynak, dere ve şebeke sularının NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> analiz sonuçları (ppm) .....	72

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Çalışmanın Kapsamı

Canlı organizmaların yaşayabildiği canlı ve cansız doğa parçasına "Çevre" denir. Çevre kavramının esas etkin varlığını insan oluşturur. Durum böyle olunca çevreyi insanoglunun biyosferi olarak düşünmemiz gerekir. Çevre olarak nitelendirdiğimiz sistem içinde her hangi bir fauna ve flora ile ilgili meydana gelen değişimler sonuçta insanoglunu etkiler. Çevreyi oluşturan temel ögeler üç grupta toplanır; hava, su ve toprak. Bu temel üç öge arasında doğa koşullarında bir denge oluşur. Bu doğal denge varolduğu sürece, canlı organizmalar gelişim süreçlerini her hangi bir aksaklık göstermeden tamamlama yeteneğini gösterir, ancak bu tanımlanan üç temel ortam, herhangi bir yabancı madde ile kontamine olduğunda kirlilik sorunu çıkar (Hakerlerler 1990).

Yaşlı dünyamızda, günümüzün en güncel sorunlarından biri olan çevre sorunları pek genç sayılmaz. Eski Roma'nın ilk kanalizasyon işçileri olan kölelerden, Roma German İmparatoru Şarlman'ın saray kanalizasyonunda geçirdiği kazaya, 17. yy. Paris'inde pencerelerden dökülen pisliklere karşı önlem olarak Sambroero şapka ve topuklu ayakkabı modasının doğuşuna kadar dünya tarihi çevre sorunlarına ilişkin pek çok anekdotla doludur. Temelde uzun çağlar doğayla hassas bir denge içinde yaşamını sürdüren insanoglu, refah iktisadının bir sonucu olarak olagan üstü ivmeyle kalkınma olgusunu gerçekleştirince, söz konusu denge tümüyle bozulmuştur. Bu bozulmanın tipik göstergesi çevre sorunlarının 20. yy.'ın başlarında gündeme gelmesidir (Dumlu 1983).

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. Özellikle toprak, su ve bitki kirleticileri olarak, tarımda kullanılan kimi maddeler de gösterilmektedir. ABD ve Avrupa ülkeleri gibi intensif

tarım yapılan ülkelerde, tarımsal girdilerin yoğun bir şekilde kullanılmasının neden olduğu olumsuz gelişmeler, dikkatleri bu konu üzerine çekmiştir. 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. Kimyasal gübreler, bitkiler için gerekli besin maddelerini kapsayan ve doğal hammaddelerdeki kimyasal yapının değiştirilmesi yada tamamen sentetik yollarla üretilmiş kimyasal bileşiklerdir. Gübrelerin toprağa verilmesinden yani, gübrelemeden amaç, her yıl çeşitli yollarla topraktan uzaklaşan bitki besin maddelerini tekrar toprağa kazandırmak ve böylece bitki gelişimi için gereksinim duyulan besin maddelerini sürekli olarak toprakta bulundurmaktır.

Gübrelemenin su kirlenmesine etkisi, gübre ile toprağa verilen N ve P gibi bitki besin maddelerinin sularla topraktan uzaklaşması sonucu, içme ve kullanma suları ile hayvansal besin üretiminde kullanılan sularda konsantrasyonlarının artması şeklinde olmaktadır. Su kirlenmesinin nedenleri arasında nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) kirliliğinin önemi büyüktür. Suların N ve P kapsamının yükselmesi toprakta oluşan iki ayrı kayıp şekli ile ortaya çıkabilir;

- i) Sızma ile olan su kayıplarında özellikle gübreler yoluyla verilen N'un  $\text{NO}_3^-$  formunda topraktan uzaklaşması ve taban suyuna karışması, böylece su kaynaklarında ve akarsu ile göllerde  $\text{NO}_3^-$  miktarının yükselmesi,
- ii) Yüzey akışı sonucu meydana gelen erozyon ile toprakla birlikte, gübre ile verilen N ve P'un da taşınması ve sonuçta akarsuların N ve P kapsamının artmasıdır (Zabunoglu ve Karaçal 1986).

Tarımsal üretimde kullanılan mineral gübrelerden özellikle  $\text{NO}_3^-$ , aşırı dozda uygulandığında toprak, su ve hava kirlenmesine neden olabilmektedir. Topraktaki konsantrasyonunun yüksek olması durumunda  $\text{NO}_3^-$ , başta ıspanak, marul, lahanaya gibi yaprağı yenen sebzeler ve hıyar, turp, domates gibi diğer sebzeler tarafından fazla miktarda alınmakta ve bunun sonucu olarak da besin zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşarak çeşitli arazlara neden olabilmektedir (Gök vd 1991).

Bir bölgede tarımsal potansiyelin düşük veya yüksek olması, o bölgenin arazi varlığına, yapılan tarımsal üretim şekline ve bütün bunların yanında bölgenin iklim özellikleri ile yakından ilgilidir. Antalya ilinin bütün bu sayılan özellikleri ile dünya ve ülke genelinde ayrı bir yerinin olduğu bilinmektedir. Bölgemizin özelliklerini genel anlamda inceleyecek olursak;

Antalya ilinin toplam arazi varlığı 1920240 ha'dır. Bu toplam miktarın % 15.9'luk kısmını Kahverengi Orman Toprakları, % 11.3'lük kısmını Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları ve % 0.3'lük kısmını ise Regosol Topraklar oluşturmaktadır. Kumluca ve Finike ilçelerinin toprak yapısını genel olarak Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları ve Regosol Toprak grupları oluşturmaktadır. Kumluca yöresi topraklarınının 3802 ha'lık bölümü Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları içinde, 330 ha'lık bölümü ise Regosol toprak grubu içinde yer almaktadır. Finike ilçesinin ise 3231 ha'lık toplam arazisinin tamamını Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları oluşturmaktadır (Anonim 1993a).

Ülkemiz meyve yetiştiriciliğinde, turunçgillerin diğer meyve türlerine göre ayrı ve önemli bir yeri vardır. Bağ ve zeytinin dışında diğer meyveler içinde, turunçgiller özellikle üretim yönünden elmadan sonra ikinci sırayı almaktadır. Ülkemizin yıllık toplam turunçgil üretimi 1674000 tondur. Toplam üretimin % 87.75'lik bölümü Akdeniz bölgesinde, % 11.48'lik bölümü Ege ve % 0.50'lilik bölümü ise diğer bölgelerde yapılmaktadır. Akdeniz bölgesinde yapılan üretimin % 69.18'lik kısmı Doğu Akdeniz bölgesinde (Adana, İçel, Hatay) ve % 18.57'lik kısmı ise Batı Akdeniz bölgesinde (Antalya) gerçekleştirilmektedir. Yaş meyve sebze ihracatı içinde turunçgiller yıllardan beri birinci sıradaki yerini korumaktadır. Ülkemizin yıllık toplam turunçgil ihracatı 301365 tondur. Bunun 40474 tonu portakal, 143587 ton limon, 94119 tonu ise turunçtur (Anonim 1994a).

Ülkemizin Akdeniz bölgesinde su, ışıklanma süresi, sıcaklık gibi faktörlerin uygun olması, bu bölgemizde örtü altı yetiştiriciliğinin daha fazla gelişmesine neden olmuştur. Ülkemizde 20579 da cam sera alanı ve 250190 da alçak tüneller de bunlara ilave edildiğinde toplam 334704 da alanda örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Antalya ili 60605 da toplam sera alanıyla birinci sırada, Antalya'yı 12611 da ile Muğla ve 8353 da ile İçel izlemektedir. Antalya ili 17714 da cam sera alanıyla Türkiye

genelinde % 86'lık ve 42891 da plastik sera alanıyla da Türkiye genelinde % 67'lik bir paya sahiptir. Antalya ili içersinde yer alan Kumluca ve Finike ilçeleri, yoğun seracılık yapılan ilçelerdir. Kumluca ilçesi 2892 da cam sera alanı ve 15608 da plastik sera alanıyla Antalya ili örtüaltı yetiştiriciliğinde birinci sırada yerılırken, Finike ilçesi ise 1142 da cam sera alanı ve 6276 da plastik sera alanıyla dördüncü sırada yeralmaktadır (Anonim 1991).

Toprak, su ve bitki kirlenmesinde önemli bir yeri olan ve beslenme zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşarak önemli zararlara neden olan gübrelerin kullanımı, öncelikle bölgenin tarımsal potansiyeli ile yakından ilgilidir. Intensif tarım tekniklerinin uygulandığı bölgemizde son yıllarda gübre kullanımı oldukça artmıştır.

Tarımsal üretimde  $\text{NO}_3^-$  formundaki gübrelerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak uygulanan gübrenin bir kısmı topraktan yıkanıp uzaklaşarak, içme suyu sağlayan aküferlere karışabilmektedir. Yeraltı suyunun  $\text{NO}_3^-$  içeriği ile N'lu gübrelerin etkisini genellemek doğru değildir. Çünkü, yıkanarak topraktan uzaklaşan miktarın, yeraltı suyunun kirlenmesinde ne derece etkili olduğu net olarak açık değildir. Kültür bitkileri uygulanan N'un % 20-60'lık bir bölümünü kullanmaktadır. Parker'in yaptığı çalışmalara göre ise, kültür bitkileri uygulanan N'un birinci yıl % 50'ni kullanmaktadır. Bununla birlikte, uygulanan gübrenin % 5'lik dilimi ise yıkanarak toprak derinliğine doğru uzaklaşmakta, % 30'luk bölümü mikroorganizmalarca organik formda fikse edilmekte ve % 15'lik bir bölümü de denitrifikasyona uğramaktadır (Mengel ve Kirkby 1987).

Antalya ili genelinde gübre kullanımı, ülkemiz ortalamasının üzerinde olup, özellikle araştırma sahası olan Kumluca ve Finike ilçelerinde oldukça yüksektir. Bu iki ilçede 1989 ve 1993 yılları arasında, saf N olarak 16603.64 ton gübre kullanılmıştır (Çizelge 1.1.) (Anonim 1993b). Kullanılan bu toplam miktarın % 5'inin yeraltı sularına karıştığı kabul edilirse (Mengel ve Kirkby 1987), 830.182 ton gibi oldukça yüksek bir miktarın bu dört yıl içerisinde yeraltı sularına karıştığı görülmektedir. Yeraltı sularına kontamine olan bu miktar, kirliliğin hangi boyutlarda olduğunu göstermesi açısından önemlidir.



**Çizelge 1.1. Kumluca ve Finike İlçelerinde 1989 ve 1993 Yılları Arasında Aylar İtibari ile Kullanılan Saf Azotlu Gübre Miktarları (Anonim 1993b)**

Aylar	Ugulanan Saf Azot Miktarı (ton)	
	Kumluca	Finike
Ocak	755.30	783.33
Şubat	1112.61	1311.69
Mart	1546.02	1321.38
Nisan	1353.44	1012.83
Mayıs	1273.12	722.28
Haziran	662.32	354.07
Temmuz	137.87	204.35
Agustos	232.73	100.83
Eylül	393.96	154.65
Ekim	499.24	322.83
Kasım	831.51	458.07
Aralık	566.62	492.59
TOPLAM	9364.74	7238.90
G.TOPLAM	16603.64	

### 1.2. Azotlu Gübrelerin Yeraltı, Yüzey ve İçme Suları Üzerine Olan Etkileri

Aşırı gübre kullanımından kaynaklanan çevre kirliliği konusunda ülkemizde yok denecek kadar az, dünyada ise sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimin artmasına paralel olarak artan gübre kullanımı, bir çok sorunu da beraberinde getirmiştir. Aşırı gübre kullanımı toprak, su ve bitki kirliliğinin yanında dünya çapında büyük ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Dünyada içme suyu kaynaklarının çugunlugunu yeraltı suyu kaynakları

oluşturması nedeni ile yeraltı su kaynaklarında oluşan kirlilik dikkatleri bu konu üzerinde yoğunlaştırmıştır. Konu ile ilgili ülkemizde ve dünyada günümüze kadar yapılan çalışmalara bir gözatacak olursak;

Foster vd (1986) bazı kumlu bölgelerde  $\text{NO}_3^-$  içeriği düşük ve su üretimi yüksek kuyuların bulunabildiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca,  $\text{NO}_3^-$  içeriği yüksek kritik bölgelerde, su idaresi ile ilgili bazı özel önlemlerin (optimum pompalama rejiminin uygulanması,  $\text{NO}_3^-$  içeriği düşük sularla karıştırma gibi) alınması gerektiğini de vurgulamışlardır.

Kinzelbach vd'nin (1986) çalışmalarında,  $\text{NO}_3^-$  içeriği yüksek kuyulardan pompalanan ham sudan  $\text{NO}_3^-$ 'in uzaklaştırılması için bazı özel ilave tesislerin yapılması gerektiği savunulmuş, ancak hala bu araştırmanın sonuçları tartışılmaktadır.

Rohmann ve Jontheimer (1985) yüksek  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun düşürülmesi konusunda yaptıkları çalışmada, reverse osmozis konusunda, farklı iyonların değişim işlemi, mikrobiyal denitrifikasyon ile iyon değişiminin birlikte incelenmesi gibi konular üzerinde çalışmışlar, çalışmaları halen devam etmektedir.

Vačlav vd'nin (1989) Çekoslavakya'da intensif tarımsal üretim yapılan alanlarda yaptıkları çalışmada, farklı bölgelerde uygulanan N'lu gübre miktarları ile yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi incelemişler ve sonuçta Çekoslavakya'da yeraltı sularında  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin, üzerinde durulması gereken en ciddi sorunlardan biri olduğunu belirlemişlerdir. Yeraltı suyu kalitesinin korunması açısından, toprak organik madde stabilitesinin önemli olduğunu vurgulamışlar ve Karbon azot dengesi (C/N) üzerinde yaptıkları araştırma sonucunda, toprak ve taban suyu sisteminin korunmasının, doğal faktörlerin tutarlı bir şekilde izlenmesi ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu, ayrıca boyutunun değiştirilmesi ile ilgili olduğu için oldukça kompleks bir işlem olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışma sonunda, Çekoslavakya'da tarımsal faaliyetler ve diğer kirlilik etmenlerinden etkilenen yeraltı suyu kalitesinin korunmasına yönelik çalışmaları şu başlıklar altında özetlemişlerdir; kirliliği tanımlama, envanter çalışmaları, kirlilik kaynaklarında risk tayini, yeraltı suyunun kalite değişiminin izlenmesi, bitki-toprak-taban suyu sisteminde N'lu bileşiklerin taşınması ve dönüşümü, özellikle doymamış katmanlarda kirlleticilerin taşınma şekli,

yeraltı sularının korunmasına yönelik kanuni düzenlemeler ve yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun insan sağlığı üzerine olan ilişkileri.

Singh ve Sekhon (1976) Hindistan'ın Panjab eyaletinde ülkenin en fazla N'lu gübrenin kullanıldığı Lundhiana bölgesinde yaptıkları araştırmada, kuyu sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun derinliğe paralel olarak önemli derecede azaldığını ve her yıl birim alana uygulanan N'lu gübre miktarı ile aralarında pozitif korelasyonun bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Power ve Sceheders (1989) yaptıkları araştırmada, Kuzey Amerika'da toplam nüfusun % 50'sinin ve kırsal kesim nüfusunun % 90'ından fazlasının, su ihtiyacını yeraltı sularından sağladığını belirterek, yeraltı su kaynaklarının kirlilik etmenlerinden korunmasının ne derece önemli olduğunu vurgulamışlardır. Geniş alanlarda oluşan  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin, daha çok kök bölgesindeki tuz birikimini önlemek amacı ile yapılan sulamalar sonucu oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanında, son 20-30 yıl içerisinde, sulamanın ve N'lu gübre kullanımının büyük çapta artması, bu iki faktörün birlikteliğinin artmış olması, yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$  kirlenmesini artırdığını rapor etmişlerdir. Araştırma sonunda, bir çok bölgedeki kuyu sularında  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin sağlık açısından tehlike sınırının üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Bazı istisnaların dışında, kontamine olmamış yeraltı sularının 3 ppm'den daha az, kontamine olmuş kuyu sularının ise 100 ppm'den daha fazla  $\text{NO}_3^-$  N'u içerdiğini rapor etmişlerdir. ABD Jeoloji Servisi'nin 1960'tan günümüze kadar 124000'in üzerinde kuyu suyunu analiz yaptığını, bu örneklerin % 20'sinde  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin 3 ppm civarında olduğunu belirlediğini bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmada, Kansas'taki kuyulardan alınan su örneklerinin % 54'ünde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun 3 ppm'in üzerinde, % 20'sinin ise 10 ppm'in üzerinde  $\text{NO}_3^-$  içerdiği bildirilmiştir. Genelde  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin çok büyük boyutlarda olduğu kuyuların, daha çok kuzey ve güney eyaletlerinde çok büyük çiftliklerin ve tavukçuluk işletmelerinin yoğunlaştığı bölgelerde ve batıda, yoğun sulu tarım yapılan büyük düzlüklerde bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Logan vd (1980) Kuzey Amerika'da bir çok bölgede yaptıkları çalışmalarda, N'lu gübre kullanımının artması ile drenaj kanallarındaki  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin yükseldiğini ve bu yolla yılda bir hektardan 20-100 kg  $\text{NO}_3^-$  N'u kaybının olduğunu belirlemişlerdir. Yine aynı araştırmada,

yeraltı suyu derinliğinin,  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin belirlenmesinde önemli bir kriter olduğu vurgulamışlar ve 30 m'den daha az derinlikteki kuyuların % 50 'sinden fazlasında  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin 3 ppm'in üzerinde, derinliği 90 m'den daha fazla olan kuyuların ancak, % 10'unda  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin 3 ppm'in üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Schepers vd'nin (1985) yaptıkları çalışmada,  $\text{NO}_3^-$  içeriği yüksek yeraltı suyu ile sulanan bölgelerde,  $\text{NO}_3^-$ 'in o bölgede yetiştirilen ürün için N kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir. Örneğin,  $\text{NO}_3^-$  içeriği 20 ppm olan bir sulama suyunun, 30 cm olarak yapılan bir sulamada kullanılması halinde 1 ha'a 60 kg N ilavesi yapılacağını ifade etmişlerdir. Bu nedenle, sulama suyu ile birlikte uygulanan N miktarının, gübre gereksinimlerinin hesaplanmasında dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Demyttenaere vd (1990) Belçika ve Finlandiya'nın intensif sebze üretimi yapılan ve yoğun bir şekilde mineral gübre kullanılan batı bölgelerinde yaptıkları araştırmalarda, hasat sonunda arazide kalan N miktarını altı adet test bitkisi yetiştirerek belirlemeye çalışmışlardır. Kış sezonunda 1 hektardan kaybolan N miktarının, 100-300 kg  $\text{NO}_3^-$  N'u arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda,  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin, drenaj sularındaki  $\text{NO}_3^-$  birikimi ile çok yakından ilişkili olduğunu saptamışlar ve çalışma sahasındaki drenaj sularının % 95'inde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, 50 mg/l olan limitin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları araştırmanın sonuçlarını şöyle özetlemişlerdir;

i) Hemen hemen çalışma sahasının tamamında, drenaj sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, içme suları için belirlenen 50 mg/l limitinin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

ii) Drenajın gerçekleştiği sezon boyunca, bölgenin % 20'sinde drenaj sularının  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, Langeweg'in topraktan süzülen sular için öne sürdüğü 22.6 mg/l limitini aşmadığını tespit etmişlerdir.

iii) Yine bölgedeki drenaj sularının % 20'sinde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun 100 mg/l üzerinde olduğunu belirlemişler (maximum düzey olarak 482 mg/l) ve bu yüksek  $\text{NO}_3^-$  düzeylerini süper kirlenmiş olarak nitelendirmişlerdir.

Herbert vd (1989) kışlık buğday, yulaf, kışık arpa ve kolza yetiştirerek yaptıkları bir çalışmada, N'lu gübrelemenin verim üzerine olan etkisini, artık N miktarını ve topraktan süzülen  $\text{NO}_3^-$ 'in yeraltı suyu ile kontaminasyon düzeyini araştırmışlardır. Araştırma sonunda, topraktan perkole olan suyun  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin, deneme başlangıcı ile deneme sonunda birbirinden farklı olduğunu belirlemişlerdir. Azotlu gübrelemenin artan dozlarda uygulandığı parsellerde, perkole olan suda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun artış gösterdiğini belirlemişler ve bu artışın kışık buğdayın 240 kg-N/ha'dan daha fazla gübrenmesi halinde, tolerans sınırını geçtiğini, ancak aynı oranda gübrelenen arpada ise  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin kritik sınırın altında kaldığını, hatta arpanın 320 kg-N/ha olacak şekilde gübrenmesi halinde bile perkole olan suda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun tolerans sınırının altında kaldığını gözlemlemişlerdir. Perkolasyon periyodunun başlangıcında, toprak suyundaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun % 30'unun sel sularından kaynaklandığını rapor etmişlerdir.

Cosserat vd'nin (1990) Fransa'da Ariege Nehri'nin oluşturduğu alüviyal düzlüklerde yaptıkları çalışmada, N'lu gübrelerin sulama suyu ile birlikte karıklara verilmesi halinde, mısır veriminin ve dane iriliğinin arttığını belirlemişlerdir. Buna karşılık bahar mevsiminde yağmur sezonunun başlaması ile azot birikiminin yavaşladığını ve buna bağlı olarak yıkanmanın azalması ile kirliliğin de azaldığını rapor etmişlerdir. Bunun yanında geç dönemde uygulanan N'un, bir sonraki ürün için toprakta elverişli halde kaldığını da tespit etmişlerdir.

Prins ve Wadman (1990) Hollanda ve Avrupa'nın diğer bazı ülkelerinde çiftlik gübresi üretiminin aşırı bir şekilde artmasına bağlı olarak, çevre kirliliğinin de arttığını ifade etmişlerdir. Problemin asıl kaynağının, çiftlik gübresinin aşırı bir şekilde üretilmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Nitrat kirliliğinin nedenlerini şu şekilde sıralamışlardır: Uygulanan gübre miktarı, uygulama zamanı, gübrenin elverişli kısmının yüzdesi, organik N içeriği ve toprağın yüzeyine dağıtılma şekli,  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin nedenleri olarak rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, Hollanda'da hükümetin çiftlik gübrelerinin artan miktarlarda uygulanmasının kontrolü ve düzenlenmesine ilişkin yaptığı bazı çalışmalara değinilerek,  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasını azaltıcı bazı önlemleri önermişlerdir.

Gyula ve Palmai'nin (1990) 1989 yılında yaptıkları araştırmada, kışlık buğday üretiminde planlanan bir seviyede verim elde etmek için gerekli N'lu gübre miktarını, topraktaki mevcut miktarı da dikkate alarak yöresel metodların uygulanması ile hektara 165 kg N/ha olarak hesaplamışlar, ancak hesaplanan bu miktardan % 13 daha az olan 143 kg N/ha N'lugübreleme ile de aynı düzeyde verim elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, optimum N'lu gübre miktarının belirlenmesinde eğer, erken ilkbaharda gerekli olan miktar da gözönünde bulundurulursa, optimum düzeyde verim elde edilebildiğini ve verimde bir dengenin oluştuğunu, bunların yanında  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin de azaldığını rapor etmişlerdir.

Seymour vd'nin (1992) yaptıkları araştırmada, gübre endüstrisi, su endüstrisi, sulardaki  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin artmasında nelerin ve kimlerin sorumlu olduğu konusunda, çevresel baskı, içme suları için belirlenen 50 mg/l seviyesi ve keyfi olarak uygulanan seviyeler hakkında hükümetin görüşlerini değerlendirmişlerdir. Araştırma sonunda,  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin sorumluluğunun tek bir faktöre bağlanamayacağını ve bundan dolayı kirleticilerin tek tek rollerinin tespit edilmesi, bunun yanında belli prensiplerin uygulamaya konulması hususunda görüşlerini bildirmişlerdir.

Magdoff (1991) mısır üretiminde aşırı N'lu gübre kullanımının, yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$ la kirlenmesine ve çiftçilerin ekonomik yönden kayıplara uğramasına neden olduğunu belirtmiştir. Uygulanan N'lu gübrelerin kalite ve çeşidinin, gelecekte çevre ile uyumsuz ve ekonomik olmayan büyük çapta fosil yataklarının oluşmasına neden olduğunu rapor etmiştir. Mısır üretiminde çevre ile uyumlu, daha fazla ekonomik olan farklı yetiştirme tekniklerini değerlendirmiş ve çalışma konularını; azotlu gübrelerin yastıklara uygulanması, ilk gübrelemeden önce toprakta  $\text{NO}_3^-$  analizinin yapılması, mısır bitkisinin çayır mera bitkisi ile münavebeli olarak yetiştirilmesi, yıkanma sezonu boyunca yıkanmayı azaltmada toprak yüzeyinin örtü bitkileri ile kaplanması ve sezon sonunda  $\text{NO}_3^-$  tespiti, optimum verimden fedakarlık yapılmaksızın aşırı N'lu gübre kullanımının düzenlenmesi ile yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$ la kontaminasyonunun azaltılması şeklinde sıralamıştır. Ayrıca mısır üretiminin, lahana gibi bitkilerle münavebeli olarak yapılması halinde, yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$ la kirlenmesinin azalacağını ve böylece mısır

üretiminde kullanılan N'lu gübre miktarının da azalacağını rapor etmiştir.

Nagarajah vd (1988) Jaffna ve Kinochchi Bölgeleri'nde yaptıkları araştırmada, 65 kuyudan aldıkları su örneklerinde pH, EC, Na, K, Ca, Mg, P ve  $\text{NO}_3^-$  analizlerini yapmışlar ve Jaffna Yarımadası'ndaki kuyuların yaklaşık % 65'inde yüksek tuzluluk problemine rastlamışlardır. Analizleri yapılan kuyu sularının çoğunda, Na ve K içeriği orta ve düşük seviyede, P içeriğinin ise çok düşük seviyede olduğunu saptamışlardır. Çiftliklerdeki kuyulardan aldıkları su örneklerinde  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin ise dünya sağlık teşkilatının (WHO) içme suları için belirlediği limitin yani, 50 mg/l sınırının üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer taraftan evsel ihtiyaçların giderilmesinde kullanılan kuyu sularındaki  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin ise düşük seviyelerde olduğunu saptamışlardır. Jaffna Yarımadası'ndaki kuyularda yüksek  $\text{NO}_3^-$  içeriği tespit etmişler; bunun nedeni olarak da adada yapılan intensif tarımsal faaliyetleri göstermişlerdir.

Payne (1989) yaptığı çalışmada, çiftlik artıklarından ve N'lu gübre uygulamalarından kaynaklanan kirliliğinin gelecekteki boyutlarını incelemiştir. Çiftlikte uygulanan tarımsal faaliyetlerin neden olduğu kirliliğin ifade edildiği çalışmada, büyükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılan slajın önemli bir yeri olduğunu ifade etmiştir. Nehir ve yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun yaklaşık % 75'lik bir kısmının tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Ancak, toprak organik maddesindeki organik N'un mineralize olmasıyla açığa çıkan N'un etkisinin, N'lu gübrelerin etkisinden daha az olduğunu bildirmiştir. Kirliliği teşvik eden tarımsal faaliyetlerin sınırlandırılmasında; bilimsel önerilerin, para cezalarından daha cazip hale getirilmesi gerektiği konusunda bazı öneriler yapmıştır.

Hoffmann vd (1989) yaptıkları araştırmada, mısır bitkisini iki farklı özellikteki kahverengi orman topraklarında, değişen oranlarda amonyum nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) gübresi uygulayarak bir kaç yıl yetiştirmişler ve sonuçta topraktaki mevcut mineral N içeriğinin çok yüksek olması nedeniyle, gübrelemenin verimde çok fazla bir artışa neden olmadığını görmüşlerdir. Ancak, topraktaki mineral N seviyesi ile dane verimi arasında pozitif korelasyonun olduğunu belirtmişler ve topraktaki mineral N içeriğinin 320 kg N/ha üzerine çıkması halinde, verimde bir

artış olmadığı gibi  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin de tehlikeli boyutlara ulaştığını belirlemişlerdir. Araştırma sırasında, toprak mineral N kapsamını bitkinin değişik gelişme döneminde üç kez analiz etmişler ve 0-300 kg N/ha arasında değiştiğini saptamışlardır.

Amara vd (1990) Kuzeybatı Afrika'da aşırı gübre ve pestisit kullanımının yoğun olduğu bölgelerde oluşan yeraltı suyu kirliliği üzerinde yaptıkları araştırmada, araştırma sahası olarak Cezayir'de 1300  $\text{km}^2$ , Fas'ta 2000  $\text{km}^2$  ve Tunus'da yaklaşık olarak 35  $\text{km}^2$ 'lik bir alanı incelemişlerdir. Araştırmada üzerinde ısrarla durdukları konular; su kaynaklarında oluşan kirliliğin potansiyel kaynaklarının belirlenmesi, su kalitesinin incelenmesi ve  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin boyutlarının tespiti olmuştur. Araştırma sonunda, yüzeysel yeraltı sularına ve geçirgen üst toprak katmanına sahip ve aynı zamanda gübre kullanımının yaygın olduğu bölgelerde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun maksimum düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir. Bu konu üzerinde Tunus'ta şehir atık sularından ileri gelen kirleticilerin ( $\text{B}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) konsantrasyonlarının belirlenmesi ve gübrelemeden kaynaklanan  $\text{NO}_3^-$  kirliliği üzerinde daha yoğun olarak çalışıldığını bildirmişlerdir.

Hanley ve Johansson (1990) yaptıkları araştırmada, N'un bitki gelişmesi için mutlak gerekli bir besin elementi olduğunu belirtmişler; ancak toprakta aşırı seviyede  $\text{NO}_3^-$  bulunması halinde çevre kirliliğine neden olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar doğadaki N döngüsünü incelemişler,  $\text{NO}_3^-$ 'in insan sağlığı üzerine olan etkilerini ve yüzey sularında oluşan ötrofikasyon üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Bütün bunların yanında N'un tarımsal üretimde kontrollü bir şekilde kullanılması halinde getirdiği yararları da belirlemişlerdir. Araştırma sonunda N'lu gübre kullanımı ile ilgili bilimsel sonuçlar ve üreticilerin kararları arasında farklılıklar olduğunu rapor etmişlerdir.

Carter vd'nin (1987) yaptıkları çalışmada, İngiltere'de son yıllarda yeraltı su kaynaklarında  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun ve özellikle bazı bölgelerde EC değerlerinin içme suyu için belirlenen sınır değerinin üzerine çıktığını belirtmişlerdir. Ayrıca en büyük kirlilik kaynağının tarımsal üretimde yoğun olarak kullanılan ve toprak katmanlarından süzülerek kolayca yeraltı su kaynaklarına ulaşabilen gübrelerin olduğunu rapor etmişlerdir. Kirlilik açısından hassas bölgelerde toprak idaresinin özenle yapılması yoluyla, süzülerek yeraltı suyuna karışan



$\text{NO}_3^-$  seviyesinin sınırlandırılabilmesini; ancak özellikle kirlilik bakımından hassas bölgelerin belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. İngiltere ve Galler'de Toprak Araştırma Enstitüsü ve İngiliz Jeolojik Araştırma Enstitüsü'nün, birlikte bölge toprakları hakkında ayrıntılı bilgileri kapsayan ve toprakların dört jeolojik sınıftan hangisine girdiğini gösteren bir harita hazırladıklarını, ve bu projede pilot bölge olarak  $\text{NO}_3^-$  kirliliği olan aküferlerin bulunduğu Staffordshire Triassic Bölgesi'nin seçildiğini bildirmişlerdir. Yapılan araştırmada bölgede mevcut aküferlerin üzerinde oluşmuş ağırlıklı toprak çeşitleri için mevcut yıkanma ile oluşan kayıpların belirli bir yıkanma metodu ile belirlendiğini ifade etmişlerdir. Kirlilik açısından hassas bölgeler için hazırlanan haritaların ve araştırma sonuçlarının birlikte kullanılmasının, tarımsal uygulamaların ve su idaresinin daha doğru bir şekilde yapılmasını sağlayacağını vurgulamışlardır.

Steenvoorden (1987) bir çok ülkede yüzey ve yeraltı kaynaklarında  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin artan bir problem haline geldiğini vurgulamış ve kirliliğin artmasında tarımsal üretimde kullanılan gübrelerin en önemli kaynak olduğunu; bu nedenle, N'un yıkanmasını azaltıcı yeni uygulamaların geliştirilmesi gerektiğini rapor etmiştir. Araştırmacı  $\text{NO}_3^-$ 'in yıkanma düzeyinin belirlenmesinde en önemli faktörlerin; toprak kullanımı, toprak çeşidi ve hidrolojik koşulların olduğunu belirtmiştir. Nitrat yıkanmasının çok iyi bir su idaresi ve gübre uygulanması ile sınırlandırılabilmesini, özellikle gübrenin şerbet halinde uygulandığı durumlarda, uygulama zamanının ve uygulanan miktarın çok iyi ayarlanması ile yıkanmanın minimuma indirilebileceğini vurgulamıştır. Bunun yanında, yetiştirilen esas kültür bitkisinin hasat edilmesinden sonra, toprak yüzeyinin örtü bitkileri ile kaplanması halinde, yıkanmanın % 20-40 oranında azaltılabileceğini rapor etmiştir.

Yine aynı araştırmacı 1988 yılında yaptığı bir diğer çalışmada ise intensif olarak yem bitkisi yetiştirilen çayır-mera alanlarında yeraltı ve yüzey sularının  $\text{NO}_3^-$ 'la kirlenme riskinin yüksek olduğunu vurgulamış ve N'un yıkanmasını etkileyen faktörleri; uygulanan gübre dozu, toprak çeşidi, toprak kullanım şekli ve hidrolojik koşullar şeklinde sıralamıştır. Büyükbaş hayvanların otlatıldığı çayır-mera alanlarında, hayvanların dışıklarının sıvı kısmının toprağa direkt karışması nedeniyle, hayvan otlatılmayan çayır-mera alanlarına göre, yeraltı ve yüzey sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Toprağa

uygulanan N'lu gübrelerin sonuçta hangi forma dönüşeceğini, daha çok uygulama şeklinin belirlediğini ifade etmiştir. Azotun toprağa sıvı gübre şeklinde injeksiyonla uygulanması halinde buharlaşma ile oluşan kayıpların minimuma indirildiğini belirtmiş ve eğer mineral gübreleme esnasında, sıvı gübreden kaynaklanan N miktarı dikkate alınarak gübreleme yapılırsa, N yıkanmasının azalacağını ve dolayısıyla yeraltı sularının NO<sub>3</sub>'la kirlenmesinin de azalacağını vurgulamıştır. Erozyon ile oluşan su kirliliği problemlerinin, sıvı gübrelerin uygulanma oranlarının düzenlenmesi ve hidrolojik koşulların akıllıca kullanılması halinde azaltılabileceğini; ayrıca, sıvı gübrelerin injeksiyon şeklinde uygulanması halinde ise tamamen engellenebileceğini rapor etmiştir. Tarımsal alanlardaki drenaj sistemlerinin geliştirilmesi ile yüzey sularından kaynaklanan erozyonun azaltıldığını, hatta bütünüyle engellenebildiğini ifade etmiştir. Ayrıca, yem bitkisi yetiştirilen çayır-mera alanlarında yapılan gübre uygulamalarında, toprak kullanım planına mutlaka uyulması gerektiğini vurgulamıştır (Steenvoorden 1988).

Finck (1987) Almanya'daki aşırı gübre kullanımının bir sonucu olarak artan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> seviyesinin, çevre üzerine olan etkisi ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Tarımsal faaliyetlerin yeraltı suyunun NO<sub>3</sub>'la kirlenmesinde, özellikle toprak kullanımının intensif olduğu bölgelerde ve hayvancılığın yoğun olduğu yörelerde, en önemli faktör olduğunu rapor etmiştir. Araştırmada, NO<sub>3</sub>'ın yeraltı suyundaki kirlilik seviyesinin belirlenmesi; su korunumunun idari ve yasal bakımından düzenlenmesi hususunda, tarım ve çevre etkileşiminin dikkatlice değerlendirilmesi, yeraltı sularındaki mevcut kirliliğin bölgesel olarak incelenmesi ve Almanya'daki farklı politik kararların düzenlenmesi gibi konular bakımından hayati önemde olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, bireysel olarak çiftliklerin yeraltı suyu kalitesinin korunmasında optimum üretim tekniklerini ve kültürel sistemlerin tümüyle kullanılmasının gerekli olduğu bildirilmiştir. Toprak kullanımında ve diğer kültürel işlemlerin uygulanması aşamasında yapılan değişiklikler nedeniyle, üreticilerin gelirlerindeki değişikliklerin, tarımsal, çevresel ve politik uygulamalar açısından kontrol edilmesi gerektiğini vurgulanmıştır. Araştırma sonunda, tarım sektöründeki değişikliklerin ve bölgesel olarak uygulanan modellerin belirlenmesi, Almanya'daki NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kirliliği bakımından hayati önem taşıyan politikalardaki değişikliklerin ve tarımsal yöntemlerin değerlendirilmesi amacını taşıdığını belirtmiştir.

Finck vd (1987) beş bölüm halinde sundukları araştırmalarının ilk bölümünde, yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin, müsaade edilebilir sınırın altında tutmak için uygulanan çeşitli yöntemleri ekonomik açıdan değerlendirmişlerdir. Yine aynı bölümde Almanya'da seçilen çiftliklerin içme sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun müsaade edilebilir seviyede tutulması veya tamamının elimine edilmesinde kullanılan çeşitli analiz metodlarının ekonomik yararlarını değerlendirmişlerdir. Araştırmanın ikinci bölümünde; toprak özellikleri, ekolojik koşullar ve jeohidrokimyasal özelliklerin, potansiyel  $\text{NO}_3^-$  kirililiğinin tahmin edilmesinde kullanılan yolları, N'un bitkilerce alınımı, yıkanma şartları ve ekolojik koşulların kirlilik üzerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. Üçüncü bölümde ise organik ve mineral gübrelerin etkilerini incelemişlerdir. Dördüncü bölümde, içme sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun belli bir seviyede tutulmasında gerekli işlemlerin ekonomik maliyetlerini tespit etmişlerdir. Son bölümde ise doymamış toprak katmanlarında  $\text{NO}_3^-$ 'in hareketini incelemişlerdir.

Golz vd'nin (1985) 1984-85 yıllarında Boden-Wurttemher'in bazı yörelerinde yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$  kirliliği ile ilgili yaptıkları çalışmalarda bitki kök sisteminden daha alt seviyelerde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, özellikle Buruchsal'da kuşkonmaz yetiştirilen alanlarda içme suyu için belirlenen 50 ppm sınırının üzerine çıktığı belirlenmiştir. Aynı konuda, 1968-1974 yılları arasında Raboldshousen'de yapılan çalışmalarda ise  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun söz konusu limitin altında olduğu rapor edilmiştir. Araştırma sonunda, toprak mineral N'u ile ilgili bilgilerden yararlanılarak hesaplanan konsantrasyon değerleri ve ölçümler yoluyla elde edilen konsantrasyon değerleri arasındaki ilişkinin, yeraltı sularının kullanılma yoğunluğunun belirlenmesinde yeterli olmadığını rapor etmişlerdir.

Prasad vd'nin (1983) saksı denemesi kurarak yaptıkları araştırmada, mısır ve çeltik bitkilerini tarla kapasitesinde ve doymuş saksılarda (yüzeysel su ile örtülü saksılar) yetiştirmişlerdir. Denemede N'u,  $\text{NH}_4^+$  formunda nitrifikasyon inhibitörü (nitropyin) ile birlikte ve sadece  $\text{NH}_4^+$  olarak uygulamışlardır. Topraktaki mineral N'un büyük miktarlarda  $\text{NH}_4^+$  formunda, çeltik yetiştirilen saksılarda mısır yetiştirilen saksılara göre daha fazla etkin olduğunu; ancak,  $\text{NO}_3^-$  fraksiyonunun artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, çeltik gibi  $\text{NH}_4^+$ 'u daha fazla tüketen bitkilerin yetiştirilmesi, N'un  $\text{NH}_4^+$  formunda nitrifikasyon

inhibitörü ile birlikte uygulanmasının, yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$ 'la kirliliğinin azaltılmasında gözönünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır.

Yusop vd'nin (1984) Belçika'da kum bünyeli iki deneme alanında iki yıl süreyle yaptıkları araştırmada, mısır bitkisi yetiştirmişler, N'lu gübreleri ve çiftlik gübresini normal dozlarda uygulamışlardır. Araştırma esnasında yeraltı suyunun  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{Cl}^-$  içeriklerini, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 m derinliklerde olmak üzere her iki haftada bir analiz etmişlerdir. İki yıl süren deneme süresince, toplam yağışın 800 mm dolayında gerçekleştiğini, deneme alanının birinde bütün derinliklerde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun 8-50 ppm arasında değiştiğini ve genelde WHO tarafından belirlenen 50 mg/l değerinin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşılık diğer deneme alanında birinci yılda 0.5 ve 1.0 m derinliklerinin dışında, diğer derinliklerde  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bu seviyelerin 0-265 mg  $\text{NO}_3^-$  arasında değiştiğini belirlemişler ve çoğunluğunun WHO tarafından belirlenen limitin altında olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonunda iki deneme alanı arasındaki farklılığın, N'lu gübrelerin uygulama farklılığından ve yağış dağılımındaki düzensizlikten kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Cuttle ve Gill'in (1991) Galler'de yaptıkları çalışmada, bir yıllık orman arazisinden aldıkları toprak ve su örneklerinde  $\text{NO}_3^-$  analizi yapmışlar ve herbisit uygulanmış ağaçların civarından alınan su örneklerinde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, çayır mera alanlarından alınan su örneklerine göre daha fazla olduğunu saptamışlardır. Konsantrasyonlar arasındaki bu farklılığın istatistikî bakımdan, yaz sonunda alınan örnekler için önemli olduğu halde, kışın yıkanma sezonunda alınan örnekler için önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Ağaç altlarından alınan örneklerde artan miktarlarda belirlenen  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, ağaçların beslenmesi açısından önemli olduğunu, ancak ağaçların dikim sıklığının (100-400 ağaç/ha) drenaj sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunu artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, topraktaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun yükselmesinde, hayvan gübresinin sıvı kısmının, katı kısmına oranla daha fazla etkili olduğunu da vurgulamışlardır.

Takamura vd (1977) gübreleme sonucunda yıkanma yoluyla yeraltı ve yüzey sularına karışan N miktarının, tarım arazisine düşen yağış miktarı, sulama ve tarım arazisinin bitki örtüsü ile kaplı olup olmamasına

bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Japonya'da 1973-76 yılları arasında yürüttükleri bir çalışmada, çeltik tarımı yapılan bir tarlaya uygulanan N'lu gübreleme nedeniyle bu tarlanın yakınlarındaki Kasamiguare Gölü'ne taşınan N'un daha çok sulama ve yağmur suları sonucunda oluşan sel şeklindeki yüzey sularından kaynaklandığını saptamışlardır.

Tarımsal üretimde yoğun bir şekilde kullanılan özellikle azotlu gübrelerin çevre üzerine olan olumsuz etkileri yeterince araştırılmamıştır. Bu konuda dünyada sınırlı sayıda çalışma yapılmasına karşın ülkemizde çok az çalışma yapılmıştır. Ülkemizde yapılan çalışmalar çok az olmasına karşın, konunun güncelleşmesi ile yapılan araştırmaların artacağı inancındayız.

Almanya'da yapılan bir araştırmaya göre ise, ekili alanlarda meydana gelen N kaybının bitkilerin henüz çimlenmemiş ve cılız olduğu aylarda meydana geldiği, bitki gelişimi ilerledikçe topraktan alınan miktardaki artışla ters orantılı olarak taban suyuna yıkanan N miktarının azaldığı, ekili olmayan alanlarda ise sürekli olarak sızma yoluyla N kaybı olduğu saptanmıştır. Bu araştırma bulgularına göre, ekili parselden N kaybının, en yüksek N uygulamasından 18 kg/ha olmasına karşın, işlenmemiş parselde bu miktar 220 kg/ha 'a kadar yükselmiştir. Bu sonuçlar tarım arazisini boş bırakmanın su kirlenmesine etkisini, gübre etkisinden daha fazla olduğunu göstermektedir (Haktanır 1983).

Bursa Ovasında açılmış olan bir sondaj kuyusunda başlangıçta NO<sub>3</sub> konsantrasyonu 16-20 ppm iken gübrelemenin yapıldığı mevsimlerde 110-150 ppm'e kadar çıktığı tespit edilmiştir (Yahşi 1981).

Ulugör (1972) yaptığı araştırmada sızmayı, yağışın bir kısmının zemin yüzeyinden zemin içerisine hareketi olarak tarif etmiştir. Ancak, sızma ile süzülmenin birbirinden ayrılması gerektiğini de vurgulayarak; süzülmeyi, suyun bir zemin tabakasının içinden geçmesi, diğer tarafa akması şeklinde tarif etmiştir. İkisinin farkını ise, birisi zeminin "içine", diğeri "içinden geçerek diğer tarafa" akması şeklinde tarif etmiştir. Sızmanın her zemin için farklı olduğunu vurgulayarak; kumlu ve taneli zeminler için sızma miktarının yüksek, killi bünye ve sağlam ana kayanın sızma miktarlarının ise düşük olduğunu rapor etmiştir. Araştırmacı, yeraltı sularının dünyadaki bütün tatlı su kaynaklarının en

büyüğü olduğunu belirterek, dünyadaki tatlı su veren göl, nehir ve baraj sularının tamamının toplanması halinde bile, yeraltı suları toplamından daha az olacağını belirtmiştir. Yeraltı sularının içme suyu sağlamadaki özelliği nedeniyle hayati önemde olduğunu ifade etmiştir. Yeraltı sularının orijinini yağış sularından oluşan yüzey sularının oluşturduğunu belirterek, yüzey sularının sızarak yeraltı sularını beslediğini rapor etmiştir. Yeraltı sularının taşıyıcısı olan ortamların "aküfer" olarak tanımlandığını ve komşu olduğu formasyonlara göre permeabilitesinin çok daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında, ekonomik olarak elde edilebilen ve bol miktarda yeraltı suyunun sağlanabildiği jeolojik formasyonlar olarak da tanımlandığını rapor etmiştir.

Muslu (1985) yeryüzünde toplam olarak  $1400 \times 10^6$  km<sup>3</sup> su olduğunu belirtmiş, bunun % 97'sinin deniz ve okyanuslarda tuzlu su halinde bulunduğunu, geriye kalan % 1'ini buz ve kar, % 2'sini ise akarsu ve göllerdeki tatlı suların oluşturduğunu (atmosferde buhar halinde bulunan su, yeryüzünde mevcut toplam suyun % 0.002'si kadardır) rapor etmiştir. Denizlerdeki suyun tuz içermesi, buz ve kar halindeki suyun ise yerleşim bölgelerinin çok uzagında olması nedeniyle içme suyu sağlama ve benzeri amaçlar için faydalı olmadığını ifade etmiştir.

Çiftlik gübrelerinin uygun mekanizasyon zinciri içerisinde kimyasal, fiziksel veya termik yöntemlerle temizlenmeden bitkisel üretimde kullanılması sonucu hastalık etmenleri doğaya bırakılmakta; bunun yanında, biyokimyasal değişimleri sonucu gübre içerisinde bulunan N'lu bileşikler zincirinin son halkası olan NO<sub>3</sub>'a dönüşerek taban suyuna kadar ulaşabilmektedir. Su kirliliğine neden olan N'un yağışlı mevsimlerde 2/3' ü , kurak mevsimlerde ise 1/4' ü toprakta veya taban suyunda birirmektedir. Bu miktar toprak cinsine, geçirgenliğine, bileşimine göre değişmektedir. Örneğin humus miktarı fazla olan toprakların N'u tutma özellikleri daha yüksektir. Yine tarla veya bahçe tarımı yapılan topraklarda mera ve yeşil alanlara göre N'un yıkanması daha fazladır. Bu sonuç, toprağın bitki ile kaplanan alanının N yıkanmasına etkisini ortaya koymaktadır. Hasattan sonra toprağın boş bırakılması yine daha önce yapılan gübreleme sonucu topraktaki N'un yıkanmasına neden olmaktadır. Çiftlik gübrelerinin toprak üzerinde uzun süre beklemesi sonucu gübrenin sıvı kısmı toprak tarafından alınmakta ve alt katmanlara iletilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde çiftlik

gübre mekanizasyonunun gelişmediği koşullarda, sızan sıvı kısım taban suyuna kadar ulaşmaktadır.

Mera hayvancılığı, taban ve yüzey sularının kirlenmesinde ahır hayvancılığına göre daha fazla olumsuz etkiye sahiptir. Bu durumda direk toprağın üzerine bırakılan gübre yağmur suları ile taban suyuna taşınmaktadır (Yaldız 1991).

Kovancı (1979), İç Ege Bölgesi sulama sularının bitki besleme açısından kimi nitelikleri ve kimyasal içerikleri üzerinde yaptığı araştırmada, yeraltı sulama sularında  $\text{NO}_3^-$  içeriklerinin genel olarak önem taşımadığını belirlemiştir. Aldığı toplam 38 adet su örneği içinde sadece Manisa Selendi ilçesinden alınan su örneğinin diğer su örneklerine oranla daha yüksek miktarda  $\text{NO}_3^-$  (7.23 me/lit=448.3 ppm) içerdiğini saptamıştır. Bu su örneğindeki farkın, K'un  $\text{NO}_3^-$  ile önemli olan ilişkisinden kaynaklandığını rapor etmiştir. Yerüstü sularında görülmeyen bu durumun,  $\text{KNO}_3$ 'ün erimesi ile suya karışmış olmasının bir işareti sayılacağını ifade etmiştir. Özellikle Selendi ilçesinden alınan su örneğinin K içeriği (2.82 me/l) ile  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin (7.23 me/l) yüksek düzeyde olduğunu tespit etmiş ve bunun, bu yöre civarındaki (Manisa-Alaşehir bölgesinde)  $\text{KNO}_3$  yataklarının bulunması ile de doğrulandığını belirtmiştir. Araştırmacı, bu su ile toprağın sulanması halinde dekara 6.60 kg K verileceği, yine aynı su ile yapılan sulama sonucunda 1 dekar alana (60 ton su uygulaması ile) 6.073 kg  $\text{NO}_3^-$  verilmiş olacağını, bu miktarların bitkilerin beslenmesi açısından küçümsenmeyecek bir değerde olduğunu vurgulamıştır. Ancak bu durumun, suların tuzluluk niteliği ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini de belirtmiştir. Araştırmada kullanılan yerüstü sulama sularında ve yeraltı sularında  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  ve  $\text{NO}_3^-$  anyonlarını analiz etmiş ve Çizelge 1.2'deki değerleri elde etmiştir.

Saatçı vd (1988) yaptıkları araştırma ile evsel ve endüstriyel atıklarla kirlenmiş Melez Çayı içeriğindeki kirletici öğelerden bazılarını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma sonunda, Melez Çayı su örneklerinin organik madde, kimyasal oksijen ihtiyacı, inorganik N, P ve B açısından kirlilik sınırını aştığını, ağır metaller yönünden ise kimi yerlerde iz miktarlarda bulunmalarına rağmen kirlilik gösterdiğini belirlemişlerdir. Sulardaki  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin Türk Standartları Enstitüsü'ne (TSE 1976) göre 45 ppm'i geçmesi halinde kirlenmenin başlayacağını

belirterek, araştırmada kullanılan su örneklerinde N'un organik formlarından olan  $\text{NH}_4^+$  N'un 2.70-28.80 ppm;  $\text{NO}_3^-$  N'nun ise 83.70-120.90 ppm arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Nitrat'ın yoğun bulunmasını, buralara evsel kökenli atık maddelerin karışımı yanında, bir bölüm  $\text{NH}_4^+$  N'nun mikroorganizmalarca  $\text{NO}_3^-$  N' na oksitlenmesine bağlamışlardır.

Çizelge 1.2. Yerüstü ve Yeraltı Sularının Anyon İçerikleri  
(Kovancı 1979)

Örneğin Cinsi	$\text{SO}_4^{2-}$ (me/l)	$\text{Cl}^-$ (me/l)	$\text{CO}_3^{2-}$ (me/l)	$\text{HCO}_3^-$ (me/l)	$\text{NO}_3^-$ (me/l)
Yerüstü Suları	0.05-12.65	0.23-1.75	İz-1.30	2.20-4.60	İz-0.07
Yeraltı Suları	0.06-11.31	0.20-36.60	İz-2.80	1.40-15.45	İz-7.23

### 1.3. Azotlu Gübrelerin İnsan Sağlığı Üzerine Olan Etkileri

Tarımsal üretimde aşırı N'lu gübre kullanımından en fazla etkilenenlerin başında insanoglu gelmektedir. Çünkü, bitkilerin beslenmesinde yüksek dozda N kullanılması halinde, sonuçta beslenme zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşmakta ve ölümle sonuçlanan vakalara neden olabilmektedir. Özellikle küçük çocuklarda önemli zararlar oluşturmaktadır. Bu konu üzerinde dünyada ve ülkemizde yapılmış çalışmalara bir gözatacak olursak;

Kübler vd'i (1985) içme sularındaki  $\text{NO}_3^-$ 'ın, hijyenik ve toksikolojik nedenler gözönünde bulundurulduğunda özellikle nitroz-amin bileşiklerinin, aksini iddia eden bazı araştırmalar olsa da, çocuklarda methemoglobinemia hastalığını ve kanserojenik vakalara neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle de içme suyu için belirli bir limitin önleyici bir tedbir olarak kabul edilmesini ve tavizsiz uygulanması gerektiğini vurgulamışlardır.

Vaclav vd'nin (1989) yaptıkları araştırmada, Çekoslavakya'da içme sularında  $\text{NO}_3^-$  için mücade edilebilir maksimum sınır değerinin 50 mg/l, çocuklar için ise bu değerin 15 mg/l olarak sınırlandırıldığını ifade



etmişlerdir. Araştırmada, N'lu gübrelerin yanlış kullanımının, yeraltı sularında ve beslenme zincirinde  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin artmasına neden olduğu belirtilerek, içme suyu ile birlikte alınan  $\text{NO}_3^-$  miktarının, toplam beslenme ile alınan miktarın % 30'undan daha az olduğu rapor edilmiştir. Azotlu gübrelerin aşırı dozda uygulanması halinde,  $\text{NO}_3^-$ 'in tamamının metabolik olaylarda kullanılmadığı ve diğer bileşenleri ile birlikte bazı bitkilerde biriktiği vurgulanmıştır. İçme suyu olarak tüketilen yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu ile bebeklerde ölüme sebebiyet veren methemoglobinemia arasında çok yakın bir ilişkinin olduğunu ifade etmişlerdir. Nitrat bakteri aktivitesinin,  $\text{NO}_2^-$  aktivitesine dönüşmesiyle, kanda oksijen taşıma görevi yapan hemoglobinin, bu görevi yapamayan methemoglobin'e dönüşmesi söz konusu hastalığın oluşmasına neden olmaktadır. Çekoslovakya'da bebekler için bütün sağlık şartlarına uygun olarak hazırlanmış şişe sularının kullanılması şiddetle önerilmiştir. Araştırmada, Avrupa'da  $\text{NO}_3^-$  içeriği yüksek suların büyük çapta kullanıldığı yıllarda, bebeklerde methemoglobinemia vakalarına çok sık rastlandığını bildirilmişlerdir. Dünya Sağlık Teşkilatı'nın bildirdiğine göre, 1945'ten buyana, % 8'i ölüme sonuçlanan 2000 civarında methemoglobinemia vakasına rastlandığı rapor edilmiştir. Buna karşın Çekoslovakya'da uzun vadede  $\text{NO}_3^-$  içeriği yüksek suların tüketiminin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri (mide kanseri, sakat bebek doğumları, damar ve kas hastalıkları ve tiroid bezi üzerine olan olumsuz etkisi gibi) nedeniyle, bu konu üzerinde yoğun bir şekilde araştırmaların yapıldığı rapor edilmiştir. Nitratın sağlık üzerine olan olumsuz etkisinin, pestisitlerle birleşmesi halinde daha da artabildiği ve kalıntılarının, kanserojenik olan nitrozaminleri oluşturduğunu bildirmişlerdir. Tarımsal etkinliklerin insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkilerinin yanında, sosyal ve ekonomik alanda da kendini gösterdiği (hastalık, ölüm oranları, göç olayları, düşük verimde çalışma gibi) ve bütün diğer olumsuz etkileri nedeniyle; idari planlamalarda, bölgesel tarımsal sulama sistemlerinde, gübre ve pestisitlerin kullanımının da devamlı olarak izlenmesi ve analiz edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Ülkemizde ticaret gübresi kullanımı ile çevre kirlenmesi arasında ilişki bulunup bulunmadığının saptanması amacıyla Zabunoglu ve Karaçal tarafından yürütülen bir çalışmada, araştırma bölgesi olarak ticaret gübresi kullanımının en yoğun olduğu Çukurova Bölgesi seçilmiştir. Araştırmanın konusu, tarımsal üretim alanı olan turfanda sera sebzeçiliginde uygulanan gübrelemenin çevre kirlenmesine etkisidir.

Özellikle aşırı N'lu gübre kullanımının sebzelerde insan sağlığı açısından sakıncalı  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NO}_2^-$  birikimine etkisinin yanı sıra, gübrelemenin su kirlenmesine etkisi de lizimetre denemeleri ile kontrol edilmiştir. Bu araştırmada deneme bitkisi olarak turfanda olarak yetiştirilen marul, ıspanak, domates ve kabak kullanılmıştır. Bitkilere 0-13-26-39-52 kg/da şeklinde artan dozlarda N verilmiş; N kaynağı olarak ise,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (% 20.5 N) ve  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (% 26 N) gübrelere kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, deneme bitkilerine uygulanan N miktarı arttıkça  $\text{NO}_3^-$  kapsamalarında yükseldiği; ancak, bu yükselişin literatürde verilen kritik düzeylerin altında kaldığı;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gübresinin  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 'a göre tüm bitkilerde daha yüksek  $\text{NO}_3^-$  birikimine neden olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra hasat edilen bitkilerde insan sağlığı açısından daha tehlikeli olan  $\text{NO}_2^-$  belirlenmemiştir. Araştırmacılara göre, bu çalışma kapsamındaki yörede, mevcut iklim ve toprak koşullarında gübreleme çevre kirlenmesine yol açmamaktadır. Diğer bir ifade ile, yüksek ürün sağlayacak dengeli bir gübreleme ile aşırı düzeyde  $\text{NO}_3^-$  ve dolaylı olarak  $\text{NO}_2^-$  birikiminin önleneyeceği belirtilmektedir (Zabunoglu ve Öner toy 1991).

Gök vd (1991), tarımsal üretimde kullanılan mineral gübrelere özellikle  $\text{NO}_3^-$ 'in, aşırı dozda uygulanması halinde toprak, su ve havanın kirlenmesine neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Topraktaki konsantrasyonunun yüksek olması durumunda,  $\text{NO}_3^-$ 'in başta ıspanak, marul, lahana gibi yaprağı yenen sebzeler ve hıyar, turp, domates gibi diğer sebzeler tarafından fazla miktarda alınmakta olduğunu ve bunun sonucu olarak da, besin zinciri yoluyla insan vücuduna ulaştığını rapor etmişlerdir. İnsan vücuduna gelen  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun yüksek olması durumunda; barsak zarlarının parçalanmasına neden olduğu, nitrit formuna indirgenerek kandaki oksijenin taşınmasında görev yapan, hemoglobini methemoglobine dönüştürmek suretiyle oksijen taşınmasını engelleyebildiği ve nitrozo bileşiklerine dönüşerek kanserojen etki yapabildiği, bu durumun özellikle bebeklerde "siyanoz" hastalığının ortaya çıkması bakımından hayati önem taşıdığını belirtmişlerdir. Bunun nedenini ise bebeklerde mide asidi üretiminin yetişkinlere göre daha az olduğunu ve midelerinde bulunan  $\text{NO}_3^-$  redüksiyon bakterilerinin daha fazla miktarda bulunması şeklinde açıklamışlardır. Bunun yanında methemoglobinin, hemoglobine geri dönüşüm hızının, bebeklerde daha yavaş olduğunu rapor etmişlerdir. Alt ve Heitkamp'a göre, sebzeler yoluyla  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NO}_2^-$ 'in (nitrit) insan sağlığını tehdit etmemesi için bazı

sınır değerlerinin belirlendiğini; söz gelimi, eski adıyla Doğu Almanya'da sebzelerin  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin, yetişkinler için 1200 mg/kg (taze sebzelerde), bebekler için 900 mg/kg (hazır yiyeceklerde) ile sınırlandırıldığı vurgulanmıştır. Corre ve Breimer'e göre, Batı Almanya'da bu sınırın, diyet yiyecekler için 250 mg/kg olarak kabul edildiği rapor edilmiştir. FAO/WHO Gıda Uzmanlık Komitesi (JEFCA) ve çeşitli araştırmacıların yaptıkları araştırma sonuçlarına göre, 60 kg ağırlığındaki bir insan için  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NO}_2^-$ 'in günlük normal, toksik ve letal dozları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

	<u>Normal</u>	<u>Toksik</u>	<u>Letal</u>
$\text{NO}_3^-$ (mg)	220-1.000	2.000-5.000	10.000-30.000
$\text{NO}_2^-$ (mg)	8-16	30-500	>16.000

Çeşitli kaynaklardan günlük olarak insan vücuduna alınan  $\text{NO}_3^-$  miktarı yaklaşık 100 mg,  $\text{NO}_2^-$  miktarı 4.5 mg'dır. Alınan  $\text{NO}_3^-$ 'in % 50'sinin 8 saat içinde vücuttan atıldığı belirtilerek, endojen olarak da alınan N'lu bileşiklerden (yiyecek,su) 100 mg/gün  $\text{NO}_3^-$  üretildiği ifade edilmiştir. Ancak, tüm bunların % 5'inden daha az miktarının  $\text{NO}_2^-$  formuna indirgendiği belirlenmiştir. Bütün bu araştırma sonuçlarına göre, sağlık açısından sebzelerin  $\text{NO}_3^-$  içeriği yanında, günlük vücuda alınan  $\text{NO}_3^-$  dozunun da önemli olduğu vurgulanmıştır (Gök vd 1991).

Azotlu gübreleme sonucunda topraktan yıkanarak; taban suyuna veya içme suyu sağlayan aküferlere taşınan  $\text{NO}_3^-$  miktarı toprak, bitki ve iklim gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yüksek dozda N'lu gübre kullanımından kaynaklanan  $\text{NO}_3^-$  iyonunun içme sularında meydana getirdiği olumsuz etkileri yanında, özellikle yaprakları tüketilen marul ve ıspanak gibi bazı sebzelerde de birikmesi söz konusudur. Hasattan sonra sebzelerde bulunan  $\text{NO}_3^-$ , taşıma ve depolama koşullarının elverişsiz olması durumunda kısa zamanda  $\text{NO}_2^-$ 'e indirgenmektedir. Bu indirgenme mikrobiyolojik ve enzimatik etkilerle gerçekleşmektedir. Yüksek düzeyde  $\text{NO}_2^-$  kapsayan tarımsal ürünler ile konserve hazırlanması sırasında da yine mikrobiyal faaliyet sonucu  $\text{NO}_2^-$  oluşabilmektedir. Ayrıca  $\text{NO}_3^-$  mide ve barsaklarda mikroorganizmalar tarafından indirgenerek  $\text{NO}_2^-$ 'e dönüşebilmektedir. Sağlık açısından  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ 'tan daha tehlikeli bir N bileşigidir. Nitritin organik aminler ile reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan nitroz-amin bileşiklerinin kanser ve mutasyonlara neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca  $\text{NO}_2^-$ 'in kandaki hemoglobin ile birleşmesi sonucunda methemoglobin bileşiği meydana

gelmektedir. Methemoglobin yapı bakımında hemoglobine benzemesine rağmen, bünyesinde bulunan demir okside edilmiş olduğundan oksijen taşıma görevini yapmamakta ve özellikle küçük çocuklarda methemoglobinemia adı verilen hastalık ortaya çıkmaktadır. Oluşan methemoglobin oranı toplam hemoglobin oranının % 5 'ni aşması durumunda hastalık ortaya çıkmakta ve % 70 'i geçmesi halinde ise ölüm olayları görülmektedir. Nitrata göre daha toksik olduğu belirtilen  $\text{NO}_2^-$ , vücut ağırlığının her bir kg'ı için 20 mg düzeyine ulaştığı zaman bünyede zehir etkisi göstermektedir. İnsanlarda her bir kg vücut ağırlığı için 15-70 mg  $\text{NO}_3^-$  N'u sınır kabul edilmektedir. Besi hayvanlarında vitamin A noksanlığına, döl atımı ve üreme güçlüklerine ve süt veriminin azalmasına yol açmaktadır. Bunun yanı sıra, balık yaşamı açısından akarsu, göl ve denizlerdeki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, önem taşımaktadır. Deniz sularında 990 mg/l düzeyinde, tatlı sularda ise 1080-1300 mg/l düzeyinde balıkların % 50'sinin öldüğü bildirilmektedir (Ötleş 1990 ve Köseoğlu 1992 ).

Aşırı gübre kullanımından kaynaklanan çevre kirliliği konusunda ülkemizde yok denecek kadar az, dünyada ise sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğunluğu survey, laboratuvar ve sera koşullarında oluşturulan denemelerden ileri gitmemiştir. Bu nedenle, kirliliğin farklı zamanlarda, farklı ortamlarda ki boyutlarını saptamak ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutması bakımından bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

## 2. MATERYAL ve METOD

### 2.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan ve üç farklı dönemde (20 Ekim 1993, 12 Ocak 1994, 05 Nisan 1994) alınan toprak ve su örneklerinin alındığı ilçe ve mevkiler ile alınan örneklerin cinsleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

#### 2.1.1. Araştırma Alanının Yeri

Araştırmada inceleme sahası olarak belirlenen Finike ve Kumluca ovası, Güney Anadolu'da, Akdeniz kıyı şeridi içinde 36-37° enlemleri ile 30-31° boylamları arasında bulunmaktadır. Ovanın en önemli yerleşim merkezi Finike ve Kumluca ilçeleridir (Anonim 1978).

Araştırmanın amacına uygun olarak seçilen toplam dört turunçgil bahçesi ve bir domates serasından alınan toprak ve su örnekleri, bunun yanında bölgedeki belli başlı kaynak ve dere sularından alınan su örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Su ve toprak örneklerinin alındığı yerler Şekil 2.1'de, sera ve bahçelerin genel özellikleri ise Çizelge 2.2'de belirtilmiştir.

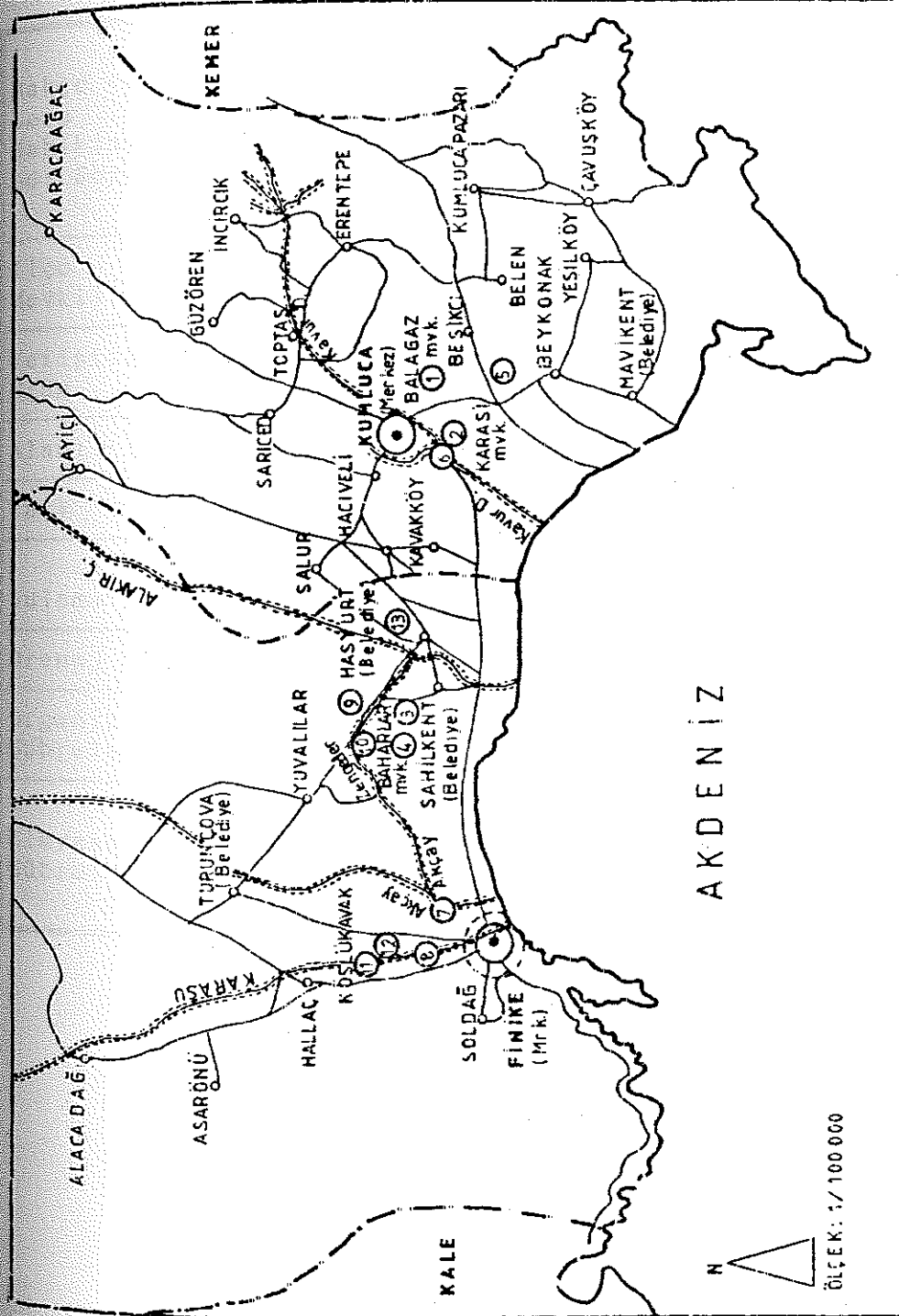
#### 2.1.2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Kumluca ve Finike ilçeleri, Akdeniz iklim bölgesinin tipik özelliklerini taşımaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve bol yağışlıdır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün uzun yıllık gözlemlerinin yer aldığı, yöreye en yakın Kumluca ve Finike Meteoroloji İstasyonlarında ölçülen ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık ve yağış miktarları Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'de verilmiştir.

Yörede elde edilen 13 yıllık verilere göre, Kumluca yöresinde en yüksek sıcaklık 29 °C, en düşük sıcaklık 7.5 °C olarak ölçülmüş ve yıllık ortalama toplam yağış 953.0 mm olarak belirlenmiştir (Anonim 1994b).

Çizelge 2.1. Toprak ve Su Örneklerinin Alındığı Yerler ve Alınan Örnek Çeşitleri

Örnek No	Örnek Alma Yerleri	İlçe-Mevkii	Alınan Örneklerin Cinsi						
			Toprak	Artezien	Drenaj	Kaynak	Dere	Baraj	Şebeke
1	Turunçgil Bahçesi (Turan Şentürk)	Kumluca Balağaz	*	*	*				
2	Turunçgil Bahçesi (Hüseyin Küstür)	Kumluca Karasin	*	*					
3	Turunçgil Bahçesi (Kemal Bahar)	Finike Sahilkent Y.	*	*	*			*	
4	Turunçgil Bahçesi (Erkan Oray)	Finike Baharlar	*		*				
5	Domates Serası (Hüseyin Küstür)	Kumluca Çankırı	*	*	*				
6	Kavur (Dere)	Kumluca Karasin					*		
7	Akçay (Çay)	Finike Kum Mah.					*		
8	Karasu (Çay)	Finike Iskele Mah.					*		
9	Alakır (Çay)	Finike Baharlar					*		
10	Tekke (Pınar)	Finike Baharlar				*			
11	Köşklükavak (Kaynak)	Finike Iskele Mah.				*			
12	Şebeke suyu	Finike Iskele Mah.							*
13	Şebeke suyu	Finike-Hasyurt							*



Şekil 2.1. Toprak ve Su Örneklerinin Aldıkları Yerler

Çizelge 2.2. İncelenen Sera ve Bahçelerin Genel Özellikleri ve Uygulamalar

Bahçe ve Sera Sahibinin Adı Soyadı	Bahçe				Sera
	1	2	3	4	
	Turan Şentürk	Hüseyin Küstür	Kemal Bahar	Erkan Oray	Hüseyin Küstür
İlçe Mevkii	Kumluca Karasin	Kumluca Balagaz	Finike Sahilkent	Finike Baharlar	Kumluca Çamkırı
Yetiştirilen Ürün	Washington	Washington	Washington	Washington	Domates
Alanı (da)	13	56	25	20	3.5
Yaşı	25	10	15	20	4
Sulama Suyu	Artezyen	Artezyen	Artezyen Baraj	Artezyen Baraj	Artezyen
Drenaj Sist.	Kapalı	Kapalı	Kapalı	Doğal	Kapalı
Organik Gübreleme	50-60 kg/ağaç	2 kg/ağaç	-	-	-
Kimyasal Gübreleme	g/ağaç N :800 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :300 K <sub>2</sub> O :800	g/ağaç N :600 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :900	g/ağaç N :925 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :525 K <sub>2</sub> O :525	g/ağaç N :925 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :525 K <sub>2</sub> O :525	kg/da N :42.60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :32.80 K <sub>2</sub> O :54.95



Çizelge 2.3. Kumluca Meteoroloji İstasyonunda 1978-1991 Yılları Arasında Elde Edilen Bazı Meteorolojik Bulguların Ortalama Değerleri (Anonim 1994b)

Aylar	Gözlemler					
	Sıcaklık °C	Sıcaklık Mak. °C	Sıcaklık Min. °C	Yağış mm	Yağış Mak. mm	Yağış Min. mm
Ocak	10.20	11.80	7.50	201.50	558.0	7.40
Şubat	10.70	12.80	8.70	128.20	234.0	57.50
Mart	12.50	14.20	9.90	86.70	187.0	1.30
Nisan	15.80	18.40	9.20	31.00	97.60	0.00
Mayıs	20.10	21.50	18.40	12.70	42.40	0.00
Haziran	24.70	26.00	23.70	3.90	21.40	0.00
Temmuz	27.60	29.00	26.30	1.50	15.70	0.00
Ağustos	27.30	28.20	26.50	1.20	11.40	0.00
Eylül	24.50	25.50	23.60	2.00	19.50	0.00
Ekim	19.90	21.80	18.10	52.70	113.30	0.00
Kasım	14.90	16.50	12.70	118.10	303.20	9.40
Aralık	11.70	13.10	9.70	167.30	330.40	62.90

Çizelge 2.4. Finike Meteoroloji İstasyonunda 1978-1991 Yılları Arasında  
Elde Edilen Bazı Meteorolojik Bulguların Ortalama Değerleri  
(Anonim 1994b)

Aylar	Gözlemler					
	Sıcaklık °C	Sıcaklık Mak. °C	Sıcaklık Min. °C	Yağış mm	Yağış Mak. mm	Yağış Min. mm
Ocak	11.00	11.90	8.90	216.20	639.20	9.40
Şubat	11.20	12.60	8.90	152.80	292.30	38.40
Mart	13.00	14.40	10.10	99.10	230.40	1.80
Nisan	16.40	18.30	14.80	31.30	95.60	0.00
Mayıs	20.30	22.00	19.00	14.40	46.40	0.00
Haziran	24.70	26.00	23.30	7.20	41.10	0.00
Temmuz	27.60	30.00	25.80	2.60	22.20	0.00
Ağustos	27.10	28.80	26.30	0.70	9.50	0.00
Eylül	22.40	24.90	23.20	4.40	19.80	0.00
Ekim	19.60	20.70	18.50	54.10	113.40	0.10
Kasım	15.00	16.60	13.50	128.90	314.70	21.80
Aralık	12.20	13.20	11.10	187.70	409.50	69.70

### 2.1.3. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Kumluca ve Finike yöresi topraklarının büyük bir kısmını; alçak sekilerde, düz egimlerde ve nemli koşullarda oluşmuş A<sub>1</sub> ve B horizonu kolaylıkla ayırt edilebilen Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları, küçük bir kısmını ise Regesol Topraklar oluşturmaktadır. Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları, Kırmızı Akdeniz Toprakları ile birlikte incelenmektedir. Toprakta, kurak ve sıcak yaz döneminin de etkisiyle demir (3) oksit birikimi ve bundan ileri gelen kırmızı renk tipiktir. Kireç yıkanımı oluşumda önemlidir. Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları, kristal kalker çakıllı ve kalker çimentolu konglomeralar üzerinde oluşmuştur. Toprak gövdesiyle konglomera arasında kalınca bir geçiş katı vardır. Kırmızı Akdeniz Topraklarında solum doğrudan kaya üzerinde oturmaktadır. Regesol Topraklar ise bağlantısız sedimentler üzerinde oluşmuş çok az profil gelişimi gösteren, kültür yapılan alanlarda zorlukla teşhis edilebilen A horizonuna sahiptirler. İldeki Regesoller, kumlu sedimentler üzerinde gelişmişler ve bütün özelliklerini bu ana maddeden almışlardır (Anonim 1993a).

Kumluca yöresi topraklarının % 92.01'lik (3802 ha) bölümünü Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları oluşturmakta olup, geri kalan % 7.99'lük (330 ha) dilimini ise Regesol Topraklar oluşturmaktadır. Diğer araştırma sahası olan Finike yöresi topraklarının tamamını (3231 ha) Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları oluşturmaktadır. Kumluca yöresi topraklarının bünye dağılımı yönünden çoğunluğunu tın bünyeli topraklar oluşturmaktadır. Yöre topraklarının % 58.5'i tın bünyeli, % 30.7'si killi-tın bünyeli, % 7.4'ü kum bünyeli ve % 3.4'ü kil bünyeye sahiptir. Finike yöresi topraklarının çoğunluğunu ise killi-tın bünyeli topraklar oluşturmaktadır. Toprakların % 55.6'sı killi-tın, % 37.8'i tın, % 3.3'ü kum ve % 3.3'ü ise kil bünyelidir. Kumluca ve Finike yöresi topraklarının diğer bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.5'de verilmiştir (Anonim 1983).

### 2.1.4. Araştırma Alanındaki Su Kaynaklarının Özellikleri

İnceleme alanında devamlı olarak akan üç önemli akarsu vardır. Bunlar; Karasu çayı, Akçay ve Alakır çayıdır.

Çizelge 2.5. Kumluca ve Finike Yöresi Topraklarının Ortalama Analiz Değerleri

Örneğin Alın.Y.	pH	Tot. Tuz %	Kireç %	Org. Madde %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/da	K <sub>2</sub> O kg/da
Kumluca	7.58	0.083	4.27	1.19	5.96	86.40
Finike	7.80	0.064	5.70	3.72	12.37	142.50

**Karasu Çayı:** Bu çay Finike'nin kuzeybatısındaki Arif mahallesinin kuzeyindeki kaynaklarla beslenmektedir. Güneydoguya doğru akmakta olup yan formasyonlardan gelen kaynak ve yüzey suları ile beslenerek Hallaç mevkiinde güneye doğru akarak Finike'de denize dökülmektedir. İskele mevkiinde bu çayın debisi 1975 Ekim ayında 4.5 m<sup>3</sup>/sn olarak ölçülmüştür. Finike ovasının batısından genellikle kuzey-güney yönünde uzanan Karasu çayından sulamada yararlanılmaktadır.

**Akçay:** İnceleme alanının kuzeyindeki drenaj alanında yer alan kaynak ve yağış suları ile beslenen bu dere, güneye doğru akarak Finike'de Akdeniz'e karışmaktadır. Drenaj alanının yüksek kısımlarında Başgöz deresi olarak tanınan Akçay, Turunçova mevkiinde Tekke Pınarlarını da alan bu derenin yatağı ova içinde geniş olup, daha çok çakıl ve kumlarla kaplıdır. Akçayın Tekke pınarları karışmadan önce, Kıpıçay mevkiinde Ekim-1975 yılında debisi 1.9 m<sup>3</sup>/sn olarak ölçülmüştür. Tekke pınarlarını aldıktan sonra yer yer sulamada kullanılan çayın, debisinde çok değişiklik olduğundan ova içinde debisini ölçmek mümkün olmamıştır.

**Alakır Çayı:** İnceleme alanını kuzey-güney doğrultusunda kesen en önemli çaydır. Sel sularını önlemek amacıyla Alakır çayı üzerinde Bozyer mahallesinin güney batısına D.S.İ. tarafından bir baraj yapılmıştır. Barajın güneyinde, baraj çıkışından güneye doğru uzanan kanalet vardır. Buradan gelen su sulamada kullanılmaktadır. Bu çayın kanaleti üzerinde Korusu mahallesinin kuzeyinde, Ekim 1975 yılında ölçülen debi 2.3 m<sup>3</sup>/sn olarak ölçülmüştür. Devlet Su İşleri tarafından yapılan incelemede akarsulardan alınan su örneklerinde yapılan analiz sonuçları Çizelge 2.6'te verilmiştir (Anonim 1978).

Çizelge 2.6. Araştırma Sahasını Kateden Akçay, Karaçay ve Alakır Çaylarından 1976 Yılında Alınan Su Örneklerinin Analiz Sonuçları (Anonim 1978)

Lokasyon	pH	EC µmhos/ cm	Katyonlar meq/l			Anyonlar meq/l			
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Akçay	8.20	382	0.10	-	2.68	Yok	3.00	0.80	Yok
Karaçay	8.20	382	0.10	-	2.70	"	3.00	0.80	"
Alakır	8.00	491	0.36	-	2.88	"	3.24	1.40	"

Akarsuların pH'sı genellikle 8 civarında, elektriki geçirgenlikleri ise 500 µmhos/cm'nin altındadır. Klorür ve sülfat iyonlarının konsantrasyonları düşük seviyelerdedir. Sodyum iyonu konsantrasyonu 1 meq/l'den daha azdır.

Araştırma alanında önemli iki kaynak vardır. Bunlar kaynak grupları halinde olup, Tekke Pınarları ve Salur Kaynaklarıdır;

**Tekke Pınarları:** Ova alanının kuzeyinde yer alan ve Trias Jura-Kretase yaşındaki kalkerlerden çıkan bu kaynakların Ekim-1975'de debisi 5.9 m<sup>3</sup>/sn olarak belirlenmiştir. Kalkerlerin boşluklarından çıkan bu kaynakların suyu kuzeyden gelen Akçay ile birleşmektedir.

**Salur Kaynakları:** Tekke pınarları gibi aynı kireç taşlarının karstik boşluklarından çıkmaktadır. Ova kenarında meydana gelen faylanma nedeniyle, yeraltı suyu karstik boşluklardan yüzeye çıkmıştır. Bu kaynakların Ekim-1975 yılındaki debisi 2.2 m<sup>3</sup>/sn olarak ölçülmüştür. Yapılan incelemede kaynaklardan alınan su örneklerinde bazı analizler yapılmış ve sonuçları Çizelge 2.7'de verilmiştir. Çizelge 2.7'den de anlaşılacağı üzere, kaynak suları orta derecede tuzlu, hafif alkali niteliktedir (Anonim 1978).

Araştırma sahasındaki akarsular ve kaynak sularında günümüze kadar sulama suyu kalitesine yönelik bazı analizler yapılmış olmasına rağmen, bu sular NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içeriği yönünden incelenmemiştir.

Çizelge 2.7. Tekke ve Salur Kaynaklarından Alınan Su Örneklerinin Analiz Sonuçları (Anonim 1978)

Kaynak Adı	pH	EC $\mu$ hos/cm	Katyonlar meq/l			Anyonlar meq/l			
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Salur	7.80	491	0.40	-	3.36	Yok	3.12	1.20	Yok
Tekke	7.65	495	0.37	-	3.89	"	3.08	1.10	"

## 2.2. Metod

### 2.2.1. Arazi Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

#### 2.2.1.1. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri Jackson (1967) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak 0-20, 20-40 cm derinlikten, serayı ve bahçeleri temsil edecek şekilde üç ayrı dönemde alınmıştır.

#### 2.2.1.2. Su Örneklerinin Alınması

Araştırmada materyal olarak kullanılan su örnekleri, Tuncay (1986) tarafından belirtilen esaslara uygun olarak üç dönemde alınmıştır. Kumluca'da su örneği alınan Kavur deresi ve Finike'de drenaj suyu örneği alınan 3 nolu bahçenin dren ağzlarından biri Şekil 2.2'de ve Şekil 2.3'te görülmektedir.

### 2.2.2. Laboratuvar Çalışmalarında Uygulanan Yöntemler

#### 2.2.2.1. Toprak Analiz Yöntemleri

Usülüne uygun olarak alınan örnekler laboratuvara getirildikten sonra, öncelikle nemli topraktan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> analizi için gerekli miktar alındıktan sonra, toprak hava kurusu hale getirilip 2 mm'lik elekten elenerek diğer analizlere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.2. Kumluca İlçesi Kavur Deresinin Genel Görünümü



Şekil 2.3. Finike İlçesi III nolu Turunçgil Bahçesinde Dren Ağzının Genel Görünüşü

**Toprak Reaksiyonu (pH):** Analize hazır hale getirilmiş toprak örneklerinin pH'ları 1:2.5 oranında toprak-su karışımında ölçülerek Jackson (1967), Kellog'a (1952) göre sınıflandırılmıştır.

**Kireç (CaCO<sub>3</sub>):** Toprak örneklerinin CaCO<sub>3</sub> içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülerek; sonuçlar % CaCO<sub>3</sub> olarak hesaplanmıştır (Çağlar 1949). Toprakların CaCO<sub>3</sub> içerikleri Aereboe ve Falke'ye göre sınıflandırılmıştır (Evliya 1964).

**Eriyebilir Toplam Tuz:** Saturasyon ekstraktında Kondüktivimetre cihazı ile elektriki iletkenlik  $\mu$ hos/cm olarak ölçülmüştür. Sonuçlar %'de tuza çevrilerek (Rhoades 1982), Soil Survey Staff'a (1954) göre sınıflandırılmıştır.

**Bünye:** Bouyoucos (1955) tarafından bildirildiği şekilde Hidrometre metoduna göre, % Kum, % Silt, % Kil miktarları belirlenerek, sonuçlar bünye üçgenine uygulanmış ve toprakların bünye sınıfları saptanmıştır (Black 1957).

**Organik Madde:** Modifiye Walkley-Black metoduna göre, tayin edilmiş (Black 1965), sonuçlar % olarak hesaplanmış, Thun vd'ne (1955) göre sınıflandırılmıştır.

**Toplam Azot:** Modifiye Kjeldahl metoduna göre tayin edilerek (Kacar 1994), sonuçlar % olarak verilmiş ve Loué'ye (1968) göre sınıflandırılmıştır.

**Alınabilir Fosfor:** Toprakların fosfor miktarları Olsen metoduna göre belirlenerek, sonuçlar ppm olarak verilmiş ve sınıflandırılmıştır (Olsen ve Sommers 1982).

**Değişebilir Na, K, Ca ve Mg:** Toprakların ekstraksiyonunda 1 N Amonyum Asetat (pH=7) metodu Kacar (1962) tarafından bildirildiği şekilde uygulanmıştır. Ekstraksiyondaki Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> ve Mg<sup>++</sup> atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiş, sonuçlar meq/100 g toprak olarak verilmiştir. Potasyum sonuçları Pizer'e (1967), kalsiyum ve magnezyum sonuçları Loué'ye (1968) göre sınıflandırılmıştır.



**Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ):** Stanford ve Hanvey'in (1955) belirledikleri esaslara göre; araziden alındıktan hemen sonra laboratuvara getirilmiş nemli toprak örneklerinden 10 g alınarak üzerine 50 ml saf su ilave yapılarak 15 dk çalkalanmış ve mavi bantlı filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen süzükte, Fresenius vd (1988) bildirdikleri esaslara göre  $\text{NO}_3^-$  ppm olarak belirlenmiştir.

**Bor:** Toprak örneklerinde bor analizi Benjamin'in belirlediği esaslara göre ppm olarak belirlenmiştir (Anonim 1988).

### 2.2.2.2. Su Örneklerinin Analizleri

Araştırmada kullanılan su örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik, kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ), sodyum ( $\text{Na}^+$ ), potasyum ( $\text{K}^+$ ), karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), klor ( $\text{Cl}^-$ ), sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve bor (B) analizler aşağıda belirtilen metodlara göre yapılmıştır. Ayrıca sulama suyu olarak kullanılan su örneklerinde yüzde sodyum (% Na) ve SAR değerleri hesaplanmıştır.

**Toplam Tuz:** Ayyıldız'ın (1976) bildirdiği esaslara göre, su örneklerinin tuzluluğu doğrudan elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Riverside Tuzluluk Laboratuvarı kriterlerine göre sınıflandırılmıştır (Soil Survey Staff 1954).

**pH:** Ayyıldız'ın (1976) bildirdiği esaslara göre cam elektrodlu pH metre ile doğrudan su örneklerinde belirlenmiştir.

**Kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ), Magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ), Sodyum ( $\text{Na}^+$ ) ve Potasyum ( $\text{K}^+$ ):** Fresenius vd'nin (1988) belirttikleri esaslara göre, atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir.

**Karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ):** Ayyıldız'ın (1976) bildirdiği esaslara göre,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  titrasyonu ile belirlenmiştir.

**Klor ( $\text{Cl}^-$ ):** Ayyıldız'ın (1976) bildirdiği esaslara göre, gümüş nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) titrasyonu ile belirlenmiştir.

**Sülfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>):** Fresenius vd'nin (1988) bildirdikleri esaslara göre, su örneklerindeki SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> iyonlarının baryum sülfat şeklinde çökeltilmesi esasına göre belirlenmiştir.

**Bor (B):** Fresenius vd'nin (1988) bildirdikleri esaslara göre Azomethin-H metodu kullanılarak kolorimetrik olarak belirlenmiştir.

**Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>):** Su örneklerinin NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içerikleri, Fresenius vd'nin (1988) bildirdikleri Na-Salicylate metodu uygulanarak ppm olarak belirlenmiştir.

**Yüzde Sodyum (% Na):** Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre, değişebilir sodyum ve kalsiyum, magnezyum ve potasyum analizlerinden yararlanarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Na} = \frac{\text{Na}^+}{\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}} \times 100$$

**Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR):** Ayyıldız'ın (1976) bildirdiği esaslara göre, değişebilir sodyum, kalsiyum ve magnezyum analizlerinden yararlanarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

#### 3.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırmanın yapıldığı Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden ve Kumluca ilçesinde bir domates serasından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek No	Derinlik (cm)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Toplam Tuz (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye	Organik Mad. (%)
1	0-20	7.65	18.50	0.018	16.24	43.08	40.68	Siltli Kil	2.22
	20-40	7.62	19.50	0.025	17.24	38.44	44.32	Kil	1.55
2	0-20	7.65	18.40	0.024	30.24	38.44	34.32	Killi Tın	1.33
	20-40	7.59	19.30	0.042	29.52	35.44	30.32	Killi Tın	0.74
3	0-20	7.55	18.70	0.031	23.72	49.04	27.24	Kili Tın	2.37
	20-40	7.58	17.50	0.030	20.08	49.04	30.88	Kili Tın	1.77
4	0-20	7.57	17.50	0.064	38.08	41.04	20.88	Tın	1.55
	20-40	7.63	20.10	0.046	44.24	36.32	19.44	Tın	1.55
5*	0-20	8.11	6.30	0.063	50.92	3.80	45.28	Kumlu Tın	1.68
	20-40	8.06	6.50	0.057	52.92	3.80	43.28	Kumlu Tın	1.35

\* 5 nolu örnek domates serasından alınmıştır.

Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında kullanılan standart değerler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

#### 3.1.1. Toprak Örneklerinde pH Analiz Sonuçları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin pH değerleri 7.55-7.65, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin pH değerleri ise 7.58-7.63 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.2. Toprak Örneklerinin Sınıflandırılmasında Kullanılan Standart Değerler

pH	pH (Kellog 1952)		% CaCO <sub>3</sub> (Evliya 1964)		% Tuz (Soil Survey Staff 1954)		% Organik Madde (Thun vd 1955)		
	Degerlendirme	% CaCO <sub>3</sub>	Degerlendirme	% Tuz	Degerlendirme	% Org. Mad.	Degerlendirme	% Org. Mad.	
6.6-7.3	Nötr	0.0-2.5	Düşük	0.00-0.15	Tuzsuz	0-2	Humusca Fakir	0-2	Humusca Fakir
7.4-7.8	Hafif Alkali	2.6-5.0	Kireçli	0.15-0.35	Hafif Tuzlu	2-5	Az Humuslu	2-5	Az Humuslu
7.9-8.4	Alkali	5.1-10.0	Yüksek	0.35-0.65	Orta Tuzlu	5-10	Humuslu	5-10	Humuslu
8.5-9.0	Kuv. Alkali	10.1-20.0	Çok Yüksek	0.65<	Fazla Tuzlu	10-15	Humusca Zengin	10-15	Humusca Zengin
		20.0<	AŞTII Yüksek			15-20	Humusca Çok Zen.	15-20	Humusca Çok Zen.
						20<	Organik Toprak	20<	Organik Toprak

Bunun yanında Kumluca ilçesindeki bir domates serasından 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneğinin pH değeri 8.11, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örneğinin pH değeri ise 8.06 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1). pH analiz sonuçları Kellog'un (1952) verdiği sınır değerleri (Çizelge 3.2) ile karşılaştırıldığında, turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin, her iki derinlikte de hafif alkali reaksiyon gösterdiği, bunun yanında domates serasından alınan toprak örneğinin ise her iki derinlikte de alkali reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1983) göre, Kumluca ilçesi tarım topraklarının, % 83.0'ı 7.60-8.50 pH değerleri arasında değişirken, Finike ilçesi tarım topraklarının tamamı 7.60-8.50 pH değerleri arasında değişim göstermektedir. Bu değerler bizim bulgularımızla uyum içerisindedir.

### 3.1.2. Toprak Örneklerinin CaCO<sub>3</sub> Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin, 0-20 cm derinliklerinde % 17.50-18.70, 20-40 cm derinliklerinde ise % 17.50-20.10 arasında değişen miktarlarda CaCO<sub>3</sub> kapsadığı belirlenmiştir. Kumluca ilçesinde domates serasından alınan toprak örneğinin ise 0-20 cm derinlikte % 6.30, 20-40 cm derinlikte % 6.50 oranında CaCO<sub>3</sub> kapsadığı saptanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1'den de görüldüğü gibi, kireç kapsamları bakımından, farklı derinliklerden alınan toprak örnekleri karşılaştırıldığında, kireç kapsamlarının benzer özellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak, domates serasından alınan toprak örneğinin CaCO<sub>3</sub> kapsamı, turunçgil bahçelerinden alınan örneklere nazaran her iki derinlikte de daha düşük düzeyde olduğu dikkati çekmektedir. Bunun sebebi olarak sera toprağının bölge toprağı değil de, dışarıdan taşınmış olması gösterilebilir.

Toprak örneklerinin % CaCO<sub>3</sub> analiz sonuçları Aereboe ve Falke'ye (Evliya 1964) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.2), turunçgil bahçelerinden alınan toprak örnekleri her iki derinlikte de çok yüksek düzeyde CaCO<sub>3</sub> içermektedir. Bunun yanında, seradan alınan toprak örneği ise her iki derinlikte de yüksek düzeyde CaCO<sub>3</sub> kapsamaktadır.

Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1983) göre, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 26.10'u % 1-5 düzeyinde, % 36.40'ı % 5-15 düzeyinde, % 3.40'ı ise % 25'ten fazla  $\text{CaCO}_3$  içerirken; Finike ilçesi tarım topraklarının % 22.20'si % 1-5 düzeyinde, % 37.80'i % 5-15 düzeyinde, % 26.70'i ise % 25'den fazla  $\text{CaCO}_3$  içermektedir.

### 3.1.3. Toprak Örneklerinin Eriyebilir Toplam Tuz Kapsamları

Araştırma sahası olan Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin eriyebilir toplam tuz miktarları, 0-20 cm derinlikte % 0.018-0.064, 20-40 cm derinlikte ise % 0.025-0.046 arasında değişmektedir. Domates serasından alınan toprak örneği ise 0-20 cm derinlikte % 0.063, 20-40 cm derinlikte % 0.057 oranında eriyebilir toplam tuz kapsadığı saptanmıştır (Çizelge 3.1). Bu değerler Soil Survey Staff'a (1954) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.2), turunçgil bahçelerinin ve seranın tuzluluk yönünden bir sorununun bulunmadığı görülmektedir.

Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1983) göre, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 97.70'inde, Finike ilçesinde ise % 98.90'ında eriyebilir toplam tuz yönünden bir sorunun bulunmadığı rapor edilmiştir. Araştırmamızda her iki ilçede turunçgil bahçelerinde ve Kumluca ilçesindeki bir domates serasında elde edilen sonuçlar, rapor edilen bu sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

### 3.1.4. Toprak Örneklerinin Bünye Analiz Sonuçları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden alınan toprak örnekleri 0-20 cm derinlikte % 16.24-38.08 kum, % 38.44-49.04 silt ve % 20.88-40.68 arasında değişen oranlarda kil içerdikleri, 20-40 cm derinlikte ise % 17.24-44.24 kum, % 35.44-49.04 silt ve % 19.44-44.32 arasında değişen miktarlarda kil içerdiği saptanmıştır (Çizelge 3.1). Her iki ilçedeki turunçgil bahçelerinden alınan toprak örnekleri, genelde killi tın ve tın bünyeye sahipken; diğer taraftan Kumluca ilçesindeki domates serasından alınan toprak örneğinin ise kumlu tın bünyeye sahip olduğu saptanmıştır.

Topraksu Genel Müdürlüğünün Antalya ili verimlilik envanteri raporunda (Anonim 1983) ise, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 7.40'ı kum bünyeli, % 58.50'si tın bünyeli, % 30.70'i killi tın bünyeli, % 3.40'ı ise kil bünyelidir. Finike ilçesi tarım topraklarının % 3.30'u kum, % 37.80'i tın, % 55.60'ı killi tın ve % 3.30'ı de kil bünyelidir. Bu sonuçlardan, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 96.60'ını, Finike ilçesi tarım topraklarının ise % 96.70'ini kaba ve orta bünyeli toprakların oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bölge topraklarının çoğunlukla kaba ve orta bünyeye sahip olması, bunun yanında yapılan tarımsal üretime bağlı olarak gübrelemenin yüksek dozlarda yapılması, besin maddelerinin özellikle  $\text{NO}_3^-$ 'in yıkanmasını artıran faktörlerin başında gelmektedir. Özellikle sera toprağının kaba bünyeli oluşu ve uygulanan gübre miktarının yüksek dozda yapılması, seradan bir sezon boyunca, besin maddelerinden özellikle nitratın yıkanmasının büyük boyutlarda olabileceğini düşündürmektedir.

Özbek vd (1993) toprak bünyesinin toprakların ekolojisi ve verimliliği üzerine etkili olduğunu belirterek, toprak bünyesindeki değişimlere bağlı olarak toprak verimliliğinde oldukça değişkenlik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Kum bünyeli toprakların her türlü ıslaklık durumunda kolayca işlenebildiği, kaba parçaların fazla oluşu nedeniyle iyi bir havalanma sağlandığı, ancak yarayışlı su kapasitesinin düşük olduğu rapor edilmiştir. İyi bir su geçirgenliğinin, humid iklimlerde su birikimini önlediği; ancak, besin maddelerinin yıkanmasını artırdığı, buna karşılık arid iklimlerde sulu tarımda tuzlulaşma tehlikesinin az olduğu vurgulanmıştır.

### 3.1.5. Toprak Örneklerinin Organik Madde Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin, organik madde içerikleri Çizelge 3.1'de görülebileceği gibi 0-20 cm derinlikte % 1.33-2.37, 20-40 cm derinlikte ise % 0.74-1.77 arasında değişim göstermektedir. Domates serası toprağının ise 0-20 cm derinlikte % 1.68, 20-40 cm derinlikte % 1.35 oranında organik madde içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Thun vd'nin (1955) toprak tekstür özellikleri dikkate alınarak tınlı ve killi topraklar için vermiş oldukları organik madde sınıflamasına göre (Çizelge 3.2), turunçgil bahçelerinden ve domates serasından

alınan toprak örnekleri humusca fakir ve az humuslu gruba girmektedir.

Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1983) göre, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 77.30'u % 0-2 düzeyinde organik madde içermektedir. Toprakların % 2-4 arasında ve % 4'den fazla organik madde içeren toprakların oranı ise % 22.70'dir. Diğer taraftan Finike ilçesi tarım topraklarının % 48.90'ı % 0-2 düzeyinde organik madde içerirken, % 32.20'si % 2-4 düzeyinde ve % 18.90'ı da % 4'ten fazla organik madde kapsamaktadır. Her iki ilçe için de verilen bu değerler bulgularımızla paralellik göstermektedir.

### 3.2. Toprak Örneklerinin Bitki Besin Maddesi Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden ve Kumluca ilçesinde bir domates serasından 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinin bitki besin kapsamları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Toprak örneklerinin bitki besin maddesi kapsamlarının sınıflandırılmasında kullanılan, standart değerler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

#### 3.2.1. Toprak Örneklerinin Toplam Azot Kapsamları

Turunçgil bahçelerinden 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri % 0.116-0.181, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ise % 0.004-0.098 arasında değişen miktarlarda toplam N içermektedir. Domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örnekleri ise 0-20 cm derinlikte % 0.139, 20-40 cm derinlikte ise % 0.105 oranında toplam N içermektedir (Çizelge 3.3).

Toprakların toplam N kapsamları Loué'ye (1968) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.4), turunçgil bahçelerinden, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin iyi ve çok iyi düzeyde, 20-40 cm derinlikte ise çok fakir ve fakir düzeyde toplam N içerdiği belirlenmiştir. Sera toprağının ise 0-20 cm derinlikte çok iyi, 20-40 cm derinlikte iyi düzeyde toplam N içerdiği saptanmıştır.



Çizelge 3.3. Toprak Örneklerinin Bitki Besin Kapsamları

Örnek No	Derinlik (cm)	Tot-N (%)	P (ppm)	K me/100g	Ca me/100g	Mg me/100g	Na me/100g	Hava K.Top. NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)
1	0-20	0.129	21.46	1.03	22.05	9.69	0.39	25.20
	20-40	0.095	8.20	0.56	17.55	12.43	0.38	27.30
2	0-20	0.116	9.52	0.75	20.33	7.00	0.40	64.03
	20-40	0.098	6.84	0.57	19.05	6.71	0.43	64.48
3	0-20	0.181	20.42	0.86	22.43	12.54	0.27	67.70
	20-40	0.024	13.81	0.71	23.25	15.47	0.31	100.94
4	0-20	0.179	10.95	0.60	19.20	12.57	0.48	90.84
	20-40	0.004	13.24	0.43	17.85	13.70	0.53	65.28
5*	0-20	0.139	156.48	1.04	14.00	12.32	1.13	321.31
	20-40	0.105	122.65	1.00	13.90	12.11	1.14	329.35

\* 5 nolu örnek domates serasından alınmıştır.

### 3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınabilir Fosfor Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil üretimi yapılan bahçelerden ve Kumluca ilçesinde domates yetiştiriciliği yapılan bir seradan alınan toprak örneklerinin alınabilir P kapsamları Çizelge 3.3'de verilmiştir. Çizelge 3.3'den de görülebileceği gibi, turunçgil bahçelerinden, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri 9.52-21.46 ppm, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ise 6.84-13.81 ppm arasında değişen miktarlarda alınabilir P kapsamaktadır. Domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneğinin, 0-20 cm derinlikte 156.48 ppm, 20-40 cm derinlikte ise 122.65 ppm alınabilir P içerdiği belirlenmiştir.

Toprakların alınabilir P kapsamları Olsen ve Sommers'ın (1982) verdikleri sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.4), 2 nolu turunçgil bahçesinden alınan toprak örneğinin, her iki derinlikte de orta düzeyde alınabilir P içerdiği, 1 nolu bahçeden alınan toprak örneğinin, 0-20 cm derinlikte yeterli düzeyde, 20-40 cm derinlikte ise orta düzeyde alınabilir P içerdiği belirlenmiştir. Üç ve 4 nolu turunçgil bahçelerinden ve domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneklerinin ise her iki derinlikte de yeterli düzeyde alınabilir P içerdikleri saptanmıştır.

Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1993a) göre, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 61.90'ı çok az ve az düzeyde, % 28.40'ı yüksek ve çok yüksek düzeyde alınabilir P kapsamaktadır. Finike ilçesi tarım topraklarının % 22.20'si düşük, % 13.30'ı orta, % 64.50'si ise yüksek ve çok yüksek düzeyde alınabilir P içermektedir. Bu değerlere göre, incelenen bahçe ve domates serası topraklarının genelde yeterli düzeyde alınabilir P içerdiği sonucuna varılmaktadır.

### 3.2.3. Toprak Örneklerinin Değişebilir Potasyum Kapsamları

Her iki ilçede turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin, 0-20 cm derinlikte 0.60-1.03 me/100 g toprak, 20-40 cm derinlikte ise 0.43-0.71 me/100 g toprak arasında değişen miktarlarda değişebilir K içerdiği belirlenmiştir. Domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneğinin, 0-20 cm derinlikte 1.04 me/100 g toprak, 20-40 cm derinlikte ise 1.00 me/100 g toprak düzeyinde değişebilir K içerdiği saptanmıştır (Çizelge 3.3).

Toprakların değişebilir K kapsamları Pizer'e (1967) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.4), 1 nolu turunçgil bahçesinden alınan toprak örneği, 0-20 cm derinlikte çok yüksek düzeyde değişebilir K içerirken, 20-40 cm derinlikte ise iyi düzeyde değişebilir K içermektedir. Kumluca ilçesinde toprak örneği alınan 2 nolu turunçgil bahçesinin her iki derinlikte de yüksek düzeyde değişebilir K içerdiği belirlenmiştir. Finike ilçesinde toprak örneği alınan 3 nolu turunçgil bahçesinin, 0-20 cm derinlikte çok yüksek düzeyde, 20-40 cm derinlikte ise yüksek düzeyde değişebilir K kapsadığı belirlenmiştir. Finike ilçesinde toprak örneği alınan 4 nolu turunçgil bahçesinin ise her iki derinlikte de iyi düzeyde değişebilir K içerdiği belirlenmiştir. Domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneğinin ise her iki derinlikte de çok yüksek düzeyde K içermektedir.

Topraksu Genel Müdürlüğünün hazırlamış olduğu Antalya ili verimlilik envanteri raporuna (Anonim 1993a) göre, Kumluca ilçesi tarım topraklarının % 98.90'ının değişebilir K bakımından yüksek, % 1.10'unun ise değişebilir K bakımından yeterlidir. Finike ilçesi tarım topraklarının ise % 91.10'u değişebilir K bakımından yüksek, % 5.60'ının yeterli ve % 3.30'unun ise orta düzeyde değişebilir K içermektedir.

Çizelge 3.4. Toprak Örneklerinin Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Sınıflandırılmasında Kullanılan Standart Değerler

% Tot-N (Loue 1968)	Alınabilir P (ppm) (Olsen vd 1962)		Alınabilir K <sup>+</sup> (me/100g) (Pizer 1967)		Değişebilir Ca <sup>++</sup> (me/100g) (Loue 1968)		Değişebilir Mg <sup>++</sup> (me/100g) (Loue 1968)	
	Degerlendirme P (ppm)	Degerlendirme Düyük	K <sup>+</sup> (me/100g)	Degerlendirme Düyük	Ca <sup>++</sup> (me/100g)	Degerlendirme Düyük	Mg <sup>++</sup> (me/100g)	Degerlendirme Düyük
0.070	5.0>	Düyük	0.255>	Çok Düyük	3.57>	Çok Fakir	0.450>	Iyi
0.070-0.090	5-10	Orta	0.250-0.385	Düyük	3.58-7.15	Fakir	0.451-0.950	Orta
0.091-0.110	10<	Yeterli	0.386-0.510	Orta	7.16-14.30	Orta	0.950<	Çok İyi
0.111-0.130			0.511-0.640	Iyi	14.30<	Iyi		
0.130<			0.641-0.821	Yüksek				
			0.821<	Çok Yüksek				

### 3.2.4. Toprak Örneklerinin Değişebilir Kalsiyum Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinden, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri 19.20-22.43 me/100 g toprak, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ise 17.55-23.25 me/100 g toprak arasında değişen miktarlarda değişebilir kalsiyum içermektedir. Domates serasından alınan toprak örneği, 0-20 cm derinlikte 14.00 me/100 g toprak, 20-40 cm derinlikte ise 13.90 me/ 100 g toprak oranında değişebilir kalsiyum içermektedir (Çizelge 3.3).

Toprakların Ca içerikleri Loué (1968) tarafından bildirilen değerlere göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.4), turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin her iki derinlikte de iyi düzeyde değişebilir kalsiyum içerdikleri belirlenmiştir. Bunun yanında, domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneğinin ise her iki derinlikte de orta düzeyde değişebilir kalsiyum içerdiği belirlenmiştir. Sera toprağının turunçgil bahçelerinden daha düşük düzeyde değişebilir kalsiyum içermesi, sera toprağının dışarıdan taşınmış olması ile açıklanabilmektedir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, Kumluca ve Finike ilçelerinden alınan toprak örneklerinin kalsiyum bakımından yeterli olduğu belirlenmiştir.

### 3.2.5. Toprak Örneklerinin Değişebilir Magnezyum Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil üretimi yapılan bahçelerden, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri 7.00-12.57 me/100 g toprak, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örnekleri ise 6.71-15.47 me/100 g toprak arasında değişen miktarlarda değişebilir magnezyum içermektedir. Domates serasından alınan toprak örneğinin ise 0-20 cm derinlikte 12.32 me/100 g toprak, 20-40 cm derinlikte 12.11 me/100 g toprak düzeyinde değişebilir magnezyum kapsadığı belirlenmiştir (Çizelge 3.3).

İncelenen toprak örneklerinin değişebilir magnezyum kapsamları, Loué'ya (1968) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.4), gerek turunçgil bahçelerinden ve gerekse domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneklerinin her iki derinlikte de iyi düzeyde değişebilir magnezyum kapsadıkları belirlenmiştir.

Toprakların magnezyum içerikleri geniş sınırlar içersinde değişmektedir. Bu değerler kumlu topraklarda % 0.05'e kadar düşebilmekte, buna karşılık killi topraklarda % 0.50'ye kadar çıkabilmektedir. İncelenen toprakların magnezyum kapsamı da genellikle bu sınır değerleri arasında yer almaktadır. Topraklarda bulunan değişebilir magnezyum iyonları yaklaşık olarak toplam magnezyumun % 5.0'ı civarındadır. Topraktaki değişebilir katyonların % 4.0-20.0'sini magnezyum iyonları oluşturmaktadır. Bu miktar ile magnezyum iyonları, değişebilir katyonların % 80.0 kadarını oluşturan kalsiyum iyonlarından az, % 4.0 ve daha az miktarını oluşturan potasyum iyonlarından ise daha fazladır (Aktaş 1991).

### 3.2.6. Toprak Örneklerinin Değişebilir Sodyum Kapsamları

Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil üretimi yapılan bahçelerden, 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin değişebilir sodyum kapsamı 0.27-0.48 me/100 g, 20-40 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin değişebilir sodyum kapsamı ise 0.31-0.53 me/100 g arasında değişmektedir. Domates üretimi yapılan seradan alınan toprak örneğinin ise, 0-20 cm derinlikte 1.13 me/100 g, 20-40 cm derinlikte 1.14 me/100 g düzeyinde değişebilir sodyum içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 3.3).

Bitkiler için kısa sürede çözünebilen ve değişebilen Na önemli bir rol oynamaktadır. Fazla miktarda Na verilmesi durumunda bile, yüksek miktarda Na birikmesi olmaz. Çünkü Na çok gevşek bağlandığından kolayca yıkanabilir. Arid ve semiarid bölge topraklarında (solonçak ve solonetz) özellikle yapay sulama şartlarında Na yüksek konsantrasyonlarda ve çözünebilir formda bulunur. Bu bölgelerde toprak çözeltisinde Na konsantrasyonu 100-200 mg/l'ye çıkabilir ve genellikle bitkilerin gelişmesine zarar verir (Özbek vd 1993).

İncelenen toprak örnekleri, Özbek vd'nin (1993) arid ve semiarid bölge toprakları için bildirdikleri değerler ile karşılaştırıldığında, 1,2 ve 3 nolu turunçgil bahçelerinden alınan toprak örneklerinin her iki derinlikteki değişebilir sodyum kapsamının bu değerlerin altında olduğu belirlenmiştir. Doğal drenaj kanalına sahip olan 4 nolu turunçgil bahçesinden alınan toprak örneklerinin her iki derinlikteki değişebilir sodyum kapsamının ise 100-200 ppm Na sınırının arasında değiştiği

belirlenmiştir. Bu bahçedeki Na konsantrasyonunun yüksek olması, yıkanma şartlarının iyi olmamasından kaynaklandığı, inceleme sırasında yapılan gözlemler sonucu tespit edilmiştir. Bunun yanında Kumluca ilçesindeki domates serasından alınan toprak örneğinin her iki derinliğinde de değişebilir sodyum kapsamının 200 ppm'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sera toprağının değişebilir sodyum kapsamının yüksek olması, serada sulama sisteminin damla sulama sistemi olması nedeniyle yıkanmanın çok az olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.

### 3.3. Sulama Sularının (Artezyen, Dere ve Baraj Suyu) Sınıflandırılması

Sulu tarım amacıyla su kalitesinin değerlendirilmesinde; toprak, bitki ve iklimin birbiriyle olan ilişki ve etkilerini gözönünde bulundurma zorunluluğu vardır. Bu etkenlerin her biri oldukça değişken özellik göstermektedir. Belirli koşullar altında sulamada kullanılacak suyun kalitesinin saptanmasında bu etkenlerin beraberce düşünülmesi yerinde bir davranış olacaktır (Ayyıldız 1976).

Bir sulama suyu örneğinin kalitesi hakkında yorum yapabilmek için bu örneğin mutlaka tüm kimyasal analizlerinin yapılması gereklidir. Analizi yapılan iyonlardan  $K^+$ ,  $NO_3^-$  yada  $NO_3^- -N$  bitkiler için gerekli besin elementlerinden olduklarından genellikle diğer iyonlara oranla çok düşük miktarlarda buldukları için raporlarda ihmal edilebilmektedir (Yurtsever ve Sönmez 1992).

Sulama sularının kalitelerinin belirlenmesinde üzerinde durulması gereken en önemli özellikler şunlardır;

- i) Eriyebilir tuzların toplam konsantrasyonu,
- ii) Sodyum katyonunun diğer katyonlara olan nisbi oranı,
- iii) Bor ve toksik olabilecek diğer katyonların konsantrasyonu,
- iv) Bazı koşullar altında kalsiyum ve magnezyumun konsantrasyonu ile ilgili olarak bikarbonat konsantrasyonu (Soil Survey Staff 1954).

Araştırmanın yapıldığı Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil bahçelerinin ve seranın sulama suyu temininde yararlanılan dört adet artezyen (1,2,3 ve 5 nolu örnekleme noktasından), üç adet dere (6,7, ve 8 nolu örnekleme noktasından) ve baraj suyundan (9 nolu örnekleme noktasından) alınan sulama suyu örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 3.5'te verilmiştir. Örnekleme noktalarının yerleri Şekil 2.1'de ve Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Alınan su örneklerine ait analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında kullanılan sulama suyu standart değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Sulama sularının nitelik yönünden sınıflandırılmalarına ilişkin olarak günümüze kadar çok çeşitli sınıflandırma sistemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Bu sistemler içinde en çok benimsenen ve uzun yıllar kullanılan sınıflandırma sistemi 1954 yılında Amerika Birleşik Devletleri Riverside Tuzluluk Laboratuvarı elemanlarınca geliştirilmiş olan sistem olmuştur (Tuncay 1986). Bugün ülkemizde de bu sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır.

Analizlerini yapılan sulama suyu örneklerinin pH dereceleri, genellikle nötr ve orta derecede alkali karakterde olduğu belirlenmiştir. Genellikle sulama sularında pH değerinin 6.5-8.0 arasında olması istenir. Bununla birlikte, bitki çeşidi, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri pH değerinin elverişlilik sınırlarını etkileyebilmektedir. Wilcox'a göre, pH değeri 9.0'ın üzerinde olan suların sulamada kullanılması sakıncalıdır. Sulama sularının pH değeri 4.5 ve daha düşük ise bir çok bitkide 6.0 pH derecesine göre önemli ölçüde ürün azalmasına neden olduğu yapılan denemelerle saptanmıştır (Tuncay 1986).

Çizelge 3.5. Sulama Suyu Örneklerinin Analiz Sonuçları

Örnekleme Noktası	Örneğin Cinsi	pH	EC.10 <sup>6</sup> $\mu$ mhos/cm	meq/l								Bor (ppm)	% Sodyum	SAR (me/l) <sup>1/2</sup>
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>			
1	Artezyen	7.11	491	0.99	0.085	2.95	2.19	5.16	İz	0.50	0.44	0.1170	15.93	0.618
2	Artezyen	7.43	450	0.97	0.100	3.27	2.20	4.24	"	0.60	0.62	0.1170	14.83	0.587
3	Artezyen	7.52	572	0.54	0.084	3.17	3.49	6.32	"	0.60	0.59	0.0470	7.41	0.256
5	Artezyen	7.62	365	0.80	0.069	2.22	2.45	5.04	"	0.55	0.41	0.0014	14.44	0.524
6	Dere	7.80	415	0.85	0.056	2.93	1.24	3.56	"	1.40	0.15	0.0320	16.74	0.602
7	Dere	7.88	421	1.02	0.071	2.44	1.46	3.84	"	1.00	0.24	0.0380	20.44	0.730
8	Dere	7.95	440	0.90	0.061	3.41	1.44	2.88	"	1.20	0.21	0.0200	15.48	0.578
9	Baraj	8.30	316	0.51	0.078	2.19	2.27	4.36	"	0.15	0.33	0.0860	10.10	0.342



Çizelge 3.6. Sulama Suyu Örneklerinin Sınıflandırılmasında Kullanılan Standart Değerler

EC.10 <sup>6</sup> (µmhos/cm)	SAR (me/l) <sup>1/2</sup> (Soil Survey Staff 1954)		% Sodyum (Christiansen 1977)		Klor (me/l) (Christiansen vd 1977)		Bor (ppm) (Christiansen vd 1977)		Sülfat (me/l) (Scofield 1935)	
	SAR (me/l) <sup>1/2</sup>	Sınıflandırma	% Na	Sınıflandırma	Cl <sup>-</sup> (me/l)	Sınıflandırma	Bor (ppm)	Sınıflandırma	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (me/l)	Sınıflandırma
250 >	10 >	S1-Az Sodyumlu	40 >	1	3 >	1	0.5 >	1	4 >	Çok İyİ
250-750	10-18	S2-Orta Sodyumlu	40-60	2	3-6	2	0.5-1.0	2	4-7	İyİ
750-2250	18-26	S3-Fazla Sodyumlu	60-70	3	6-10	3	1.0-2.0	3	7-12	Kullanılabİlir
2250 <	26 <	S4-Çok Fazla Sod.	70-80	4	10-15	4	2.0-3.0	4	12-20	Dikkatli Kİl.
			80-90	5	15-20	5	3.0-4.0	5	20 <	Zararlı
			90 <	6	20 <	6	4.0 <	6		

İnceleme yapılan sulama suyu örneklerinin EC değerleri, Amerika Birleşik Devletleri Riverside Tuzluluk Laboratuvarı'nın tuzluluk sınıflandırmasına göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.6), tüm su örneklerinin tuz içerikleri bakımından C2 (Orta Tuzlu) sınıfına girdiği belirlenmiştir. C2 (2. Sınıf) sınıfına giren su örneklerinin elektriksel geçirgenliği 250-750  $\mu\text{hos/cm}$  arasında değişmekte olup, orta derecede yıkanmanın sağlandığı koşullarda, tuzluluk kontrolü ve özel toprak idaresine gereksinim olmaksızın tuza orta derecede dayanıklı bitkilerde hiç sakınca görülmeden kullanılabilir. Bunun yanında tuzluluğa karşı duyarlı bitkiler için düşük permeabiliteye sahip topraklarda yıkama gerekli olmaktadır (Tuncay 1986).

Araştırmada sulama amaçlı olarak kullanılan ve analizleri yapılan artezyen ve dere sularının SAR (Sodyum Adsorbsiyon Oranı) değerleri,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{Mg}^{++}$  (meq/l) analizlerinden yararlanılarak hesaplanmış ve Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Su örneklerinin SAR değerleri, Soil Survey Staff (1954) sınıflandırmasına göre değerlendirildiğinde (Çizelge 3.6), örneklerin tamamının S1 (Az Sodyumlu) sınıfına girdiği belirlenmiştir. Bu sınıfa dahil olan sulama suyu örnekleri, sodyumdan ileri gelebilecek herhangi bir zarar olmaksızın, hemen hemen bütün topraklarda sulama suyu olarak kullanılabilir (Tuncay 1986).

Analizleri yapılan sulama suyu örneklerinin, Soil Survey Staff (1954) tuzluluk ve SAR (Sodyum Adsorbsiyon Oranı) değerlerine göre, kalite sınıflaması yapıldığında tüm sulama suyu örneklerinin C2S1 sınıfına girdiği belirlenmiştir (Çizelge 3.7).

Sulama suyu örneklerinin kalite kriterlerinden biri olan % Sodyum (% Na) değerleri Çizelge 3.5'te verilmiştir. Bu değerler, Christiansen vd'ne (1977) göre değerlendirildiğinde (Çizelge 3.6), bütün sulama suyu örneklerinin % Na değerleri bakımından 1. sınıfa girdiği belirlenmiştir.

Sodyum bitkiler için önemli bir bitki besin elementi olmayıp, noksanlığı halinde bazen K yerine geçmekte ve bitkiler tarafından yüksek oranda absorbe etmektedirler. Halofit bitkiler denilen tuzcul

bitki türleri de yüksek oranda Na absorbe ederek bitki bünyesine almaktadırlar. Fakat pek çok kültür bitkisinde Na tuzları toksik etki yapmaktadır (Tuncay 1986).

Çizelge 3.7. Sulama Suyu Örneklerinin Tuzluluk ve SAR Değerlerine Göre Kalite Sınıfları

Örnek No:	EC.10 <sup>6</sup> $\mu$ mhos/cm	SAR (meq/l) <sup>1/2</sup>	Kalite Sınıfı
1	491.0	0.618	C2S1
2	450.0	0.587	C2S1
3	572.0	0.296	C2S1
5	365.0	0.524	C2S1
6	415.0	0.602	C2S1
7	421.0	0.730	C2S1
8	440.0	0.578	C2S1
9	316.0	0.342	C2S1

Kumluca ve Finike ilçelerinden sulama amaçlı kullanılan artezyen ve dere sularından alınan su örneklerinin klor (Cl) içerikleri analiz edilmiş ve Çizelge 3.5'de verilmiştir. Analiz sonuçları Christiansen vd'ne (1977) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.6), bütün sulama suyu örneklerinin Cl içerikleri bakımından 1. sınıfa girdikleri saptanmıştır.

Çok düşük konsantrasyonlarda olsa bile, ekonomik bitki türlerinde önemli zararlara neden olan klorür tuzlarının sulama sularındaki konsantrasyonuna özel bir önem verilmektedir. Kelley ve Thomas, bir kaç yüz ppm'lik klorürün turunçgiller ve ceviz ağaçlarında yapraklarda sararma ve yanmalara neden olduğunu saptamışlardır. Brown vd ise klorür tuzlarının şeftali ve diğer taş çekirdekli meyve ağaçlarında toksik etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir (Tuncay 1986).

Sulama sularında kaliteyi belirleyen önemli kriterlerden biri de bor (B)'dur (Christiansen 1977). Analizleri yapılan sulama sularının B içerikleri Çizelge 3.5'te verilmiştir. Elde edilen bu analiz değerleri

Christiansen vd'ne (1977) göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.6), bütün sulama suyu örneklerinin, B içerikleri bakımından 1. sınıfa girdiği belirlenmiştir.

Bütün bitkilerin gereksinim duyduğu önemli bir mikro besin elementi olan B, bitkiler tarafından çok küçük konsantrasyonlarda alınmakta ve noksanlığı bir çok bitkide önemli zararlara neden olmaktadır. Bununla birlikte B, bir çok kültür bitkisi üzerine toksik etkiye sahip olup, 0.50 ppm'den yüksek konsantrasyonları, duyarlı bitkilerde önemli zararlar meydana getirmektedir. Örneğin, turunçgiller, ceviz ağaçları ve taş çekirdekli meyveler 1.00 ppm B içeren sulama suları ile sulandıklarında, önemli ölçüde ürün azalmaları ve toksik etkiler meydana gelmektedir. Borun bitkilere olan zehir etkileri üzerinde, seçilen sulama yönteminin de etkili olduğu belirlenmiştir. Bor içeriği 0.50 ppm olan sulama suyu ve yağmurlama sistemi ile sulanan turunçgillerde yapraklarda B toksitesi görülmüş ve yapraklardaki B kapsamının 200.00-250.00 ppm gibi yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu saptanmıştır. Aynı sulama suyu karık sulaması yöntemine göre uygulandığında yaprakların bor kapsamı 50.00-100.00 ppm gibi normal sınırlarda bulunmuştur (Saatçi vd 1973).

Sulama sularının kalitesini etkileyen diğer bir faktör de sülfat ( $SO_4^{2-}$ ) iyonudur. Analizleri yapılan sulama suyu örneklerinin  $SO_4^{2-}$  içerikleri Çizelge 3.5'te verilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Scofield'in (1935) bildirdiği değerlere göre sınıflandırıldığında (Çizelge 3.6), bütün sulama suyu örneklerinin  $SO_4^{2-}$  içerikleri bakımından 1. sınıfa girdikleri belirlenmiştir.

Sülfatlar, kültür bitkilerinde klorüre göre daha az toksik etki yaparlar. Sulama suyundaki yüksek  $SO_4^{2-}$  konsantrasyonları, kalsiyumun çökmesine neden olmaları ile de toksik etki yapabilmektedirler (Tuncay 1986).

#### 3.4. Kaynak ve Şebeke Sularının Sınıflandırılması

Araştırma yapılan Finike ilçesindeki ve civarındaki kaynak ve şebeke sularından alınan su örneklerinin, alındıkları yerler ve merkezler Çizelge 2.1 ve Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Finike ilçesinde 10, 11, 12 ve 13 nolu örnekleme noktalarından alınan su örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Kaynak ve Şebeke Sularının Analiz Sonuçları

Örnekleme Noktası	Örnek Cinsi	meq/l								Bor (ppm)
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	
10	Kaynak	1.11	0.075	2.20	1.93	İz	2.80	0.59	1.00	0.092
11	Kaynak	0.87	0.056	2.93	1.24	"	3.32	0.15	1.40	0.032
12	Şebeke	0.84	0.059	3.62	1.40	"	3.56	0.22	1.40	0.032
13	Şebeke	1.06	0.074	2.16	1.52	"	3.36	0.29	0.95	0.073

Kaynak suları; jeolojik şartları uygun toprak derinliklerinde toplanan, bir çıkış noktasından sürekli olarak kendiliğinden akan sulardır. Kaynak suları, hiç bir zaman bulanmamak üzere daima berrak, tortusuz, kokusuz ve renksizdirler. İçme ve kullanma suları ise;

- i) Gerektiğinde kimyasal işlemlerle temizlendikten sonra içilebilen ve kullanılabilen yeraltı suları,
- ii) Ancak kimyasal işlemlerle temizlendikten sonra içilebilen ve kullanılabilen dere, nehir, göl, sarnıç ve diğer yerüstü suları,
- iii) Uygun metodlarla temizlenmiş deniz sularıdır.

İçme veya kullanma sularının içerebilecekleri kimyasal maddelerin cins ve miktarları belli sınırların altında olmak zorundadır.

Gıda Maddeleri Tüzüğü 425. maddesine göre, içme ve kullanma sularının kimyasal madde içerikleri aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Erçöşkun 1987);

	mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	45.00
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	400.00
Klor (Cl <sup>-</sup> )	600.00

Nagarajah vd'nin (1988) bildirdiklerine göre, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), içme ve kullanma sularında NO<sub>3</sub><sup>-</sup> için müsaade edilebilir sınır değerini 50 mg/l olarak belirtmiştir.

Antalya Su İşletme Müdürlüğünce (Anonim 1994c), içme ve kullanma suları için kullanılan standart değerler Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Araştırma sahasında analizleri yapılan kaynak ve şebeke sularının kimyasal içerikleri, bütün bu sınır değerlerine göre sınıflandırıldığı da, tüm iyonların tolere edilebilir sınır değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.9. Antalya Su İşletme Müdürlüğünün İçme ve Kullanma Suları için Kullandıkları Standart Değerler

Değerler	mg/l								
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Alt Sınır	0.0	0.0	75.0	50.0	0.0	Iz	200	200	0.0
Üst Sınır	0.0	0.0	200.0	150.0	0.0	"	400	400	45.0

### 3.5. Toprak Örneklerinde Dönemlere Göre NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Değişimi

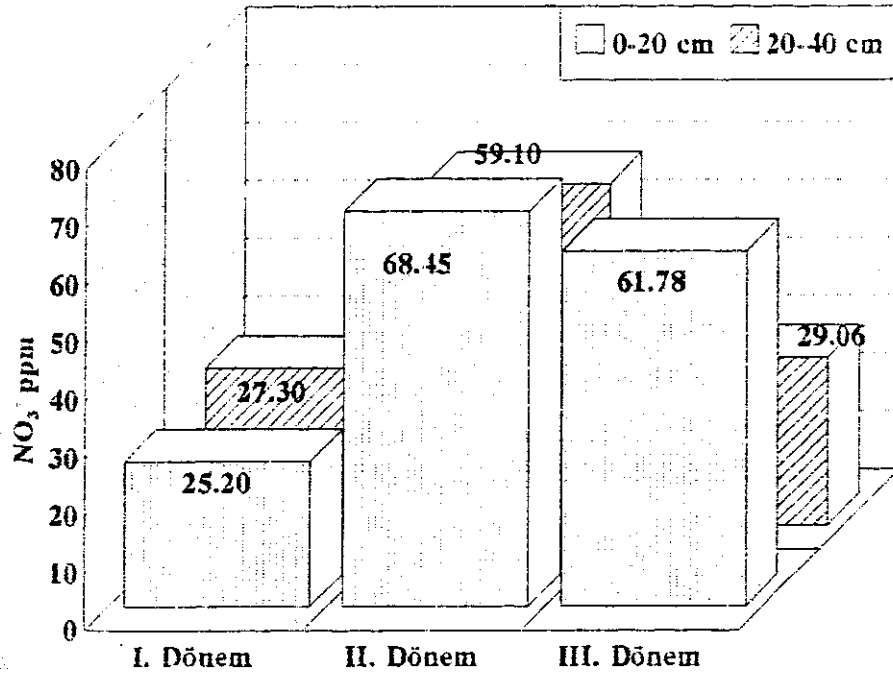
Araştırmada Kumluca ve Finike ilçelerinde turunçgil üretimi yapılan bahçelerden ve Kumluca ilçesinde bir seradan üç dönemde, farklı iki derinlikten alınan toprak örneklerinin NO<sub>3</sub><sup>-</sup> analiz sonuçları Çizelge 3.10'de verilmiştir.

Kumluca ilçesi I nolu turunçgil bahçesinden, üç dönemde iki farklı derinlikten alınan toprak örneklerinin NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonlarının dönemlere göre değişimi Şekil 3.1'de verilmiştir.

Şekil 3.1'den de görüldüğü gibi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonu, II. dönemde diğer dönemlere göre her iki derinlikte de daha yüksek seviyede bulunmuştur. Birinci dönemde 0-20 cm derinlikte 25.20 ppm olan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonu, ikinci dönemde aynı derinlikte 68.45 ppm düzeyine ulaştığı belirlenmiştir. İkinci derinlikte de aynı artışın söz konusu olduğu dikkati çekmektedir. İkinci dönemde her iki derinlikte NO<sub>3</sub><sup>-</sup> seviyesinin, diğer dönemlere göre daha yüksek olmasının, ikinci örnekleme döneminden iki hafta önce bahçe sahibi tarafından yapılan çiftlik gübresi uygulamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3.10. Toprak Örneklerinin Dönemlere Göre NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Analiz Sonuçları (ppm)

	Derinlik (cm)	D Ö N E M L E R		
		I	II	III
I. Bahçe	0-20	25.20	68.45	61.78
	20-40	27.30	59.10	29.06
II. Bahçe	0-20	64.03	10.52	5.01
	20-40	64.48	23.99	8.82
III. Bahçe	0-20	67.70	50.82	12.41
	20-40	100.94	31.16	7.72
IV. Bahçe	0-20	90.84	48.76	26.80
	20-40	65.28	54.46	6.11
Sera	0-20	321.31	316.73	166.42
	20-40	329.35	499.46	425.68



Şekil 3.1. Kumluca İlçesi I nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Topraktaki NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Değişimi

Nitekim bu nedenle üçüncü dönemde 0-20 cm derinlikte fazla bir düşüşün olmadığı görülmektedir. Ancak, 20-40 cm derinlikte ise yıkanmanın ve ilkbaharda sürgün faaliyetinin başlaması sonucunda ortaya çıkan hızlı  $\text{NO}_3^-$  absorpsiyonunun etkisi ile hızlı bir azalmanın olduğu belirlenmiştir.

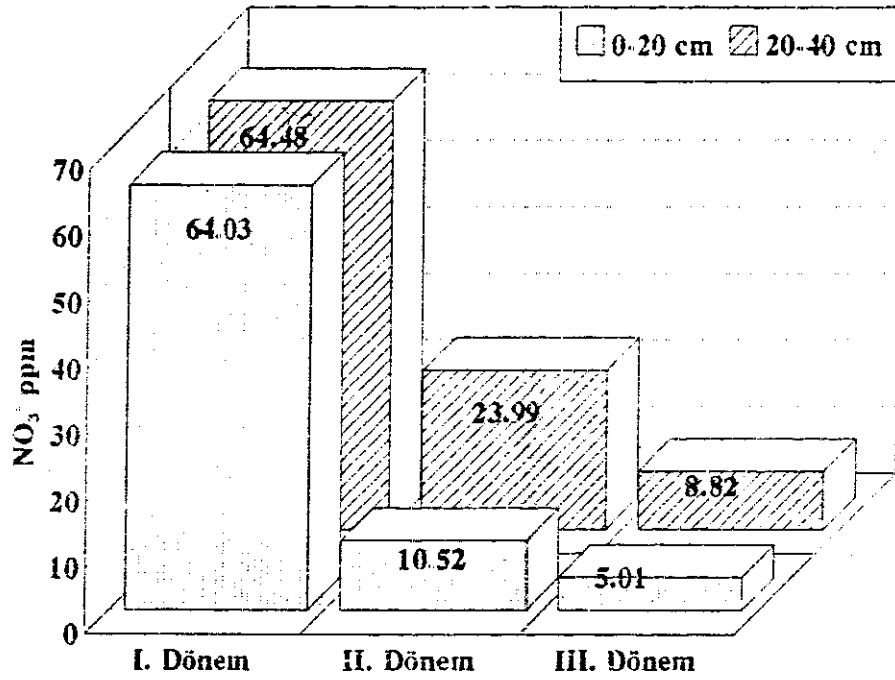
Vries vd (1987) Hollanda'da Toprak Araştırma Estitüsü'nce  $\text{NO}_3^-$  kirliliği bakımından hassas olan bölgelerde, yeraltı suları için bir erken uyarı sisteminin geliştirildiğini ve bu sistemin bölgesel olarak N'lu gübre uygulamalarının etkisinin belirlenmesinde kullanıldığını rapor etmişlerdir. Aynı zamanda bu sistemin, buharlaşma, mineralizasyon, nitrifikasyon, bitkiler tarafından alınım ve denitrifikasyon gibi N'la ilgili tüm dönüşüm reaksiyonlarının tanımlanmasında da kullanılabildiğini bildirmişlerdir. Uygulanan sistemin esasını; pilot bölge olarak seçilen araştırma sahasındaki toprak çeşidi ve toprak kullanım şeklinin birlikte ele alınması ile yüzeysel aküferlerdeki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun tahmin edilmesi oluşturmaktadır. Araştırmada kullanılan toprak çeşidi, hidrolojik şartlar ile ilgili ve toprak kullanımı hakkındaki bilgilerin, o bölge için hazırlanmış toprak haritası ve topografik haritalardan sağlandığını ifade etmişlerdir. Araştırma sonucunda,  $\text{NO}_3^-$  kirliliği bakımından hassas bölgelerin belirtildiği bir haritanın hazırlandığını ve  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun dört sınıf altında incelendiğini rapor etmişlerdir.

Kumluca ilçesinde inceleme yapılan II nolu turunçgil bahçesinden alınan toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Nitrat analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.2'de verilmiştir.

Şekil 3.2'den de izlenebileceği gibi, birinci dönemde her iki derinlikte de diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, ikinci ve üçüncü dönemlerde aşamalı olarak azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Birinci dönemde 0-20 cm derinlikte 64.03 ppm olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, ikinci dönemde aynı derinlikte hızlı bir azalma göstererek 10.52 ppm gibi düşük bir değere ulaştığı, yine aynı derinlikte üçüncü dönemde bu azalmanın devam ettiği ve 5.01 ppm'e ulaştığı belirlenmiştir. İkinci derinlikte de, birinci derinlikte olduğu gibi, birinci dönemde en yüksek seviyede olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun üçüncü dönemde en düşük seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Birinci



dönemden başlayarak üçüncü döneme kadar süren bu hızlı azalmanın, genellikle bölgede kış ve ilkbahar aylarında yağışların fazla olması nedeniyle yıkanmanın artması sonucunda ortaya çıktığı sanılmaktadır. Nitekim II ve III. dönemde, ikinci derinlikte birinci derinliğe göre  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun daha yüksek bulunması, yıkanmanın önemli bir faktör olduğunu kanıtlar niteliktedir.



Şekil 3.2. Kumluca İlçesi II nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Topraktaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Duynisveld vd (1988) intensif tarım yapılan bir çok Avrupa ülkesinde yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$  ile kirlenmesinde bir artışın olduğunu belirtmişler ve yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$ 'in potansiyel kaynaklarından birinin, yoğun tarım yapılan topraklarda oluşan yıkanmanın olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle  $\text{NO}_3^-$ 'in yıkanma işleminin bütün ayrıntılarıyla bilinmesinin, kültür topraklarındaki yıkanmanın minimuma düşürülmesi, gerekli önlemlerin alınabilmesi ve daha iyi planlanabilmesi için önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Nitratın kök bölgesinden uzaklaşmasında bir çok faktör ve işlemin etkili olduğunu, bunlardan bazılarının kontrol edilebilir veya dışarıdan müdahale edilebilir olduğunu belirterek, yıkanma üzerine etkili olan faktörleri şu şekilde sıralamışlardır;

- i) İklim - Yağış (miktarı ve dağılımı),
- Sulama (zamanı ve miktarı),

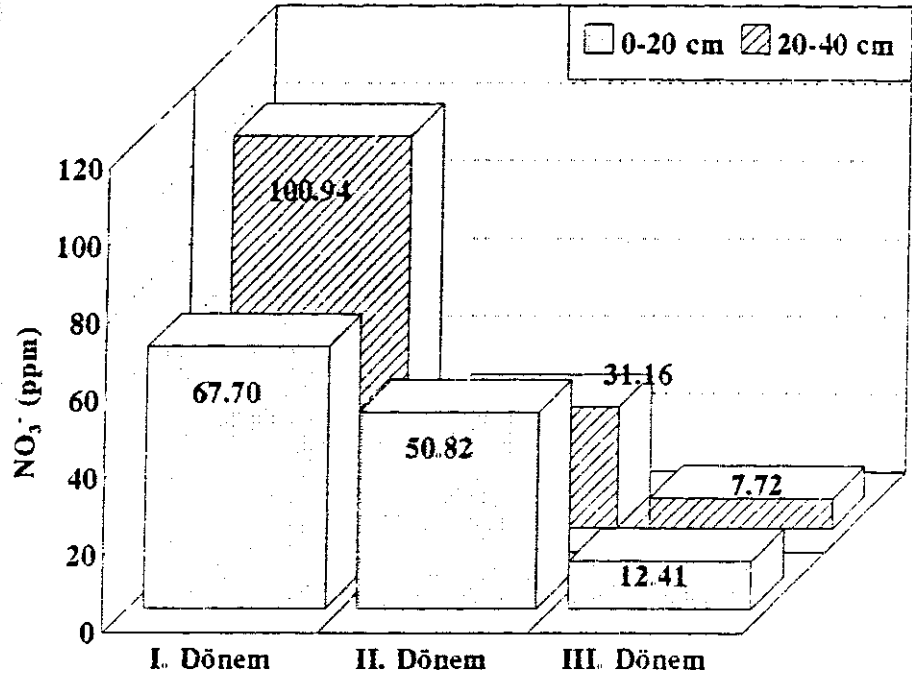
- Evapotranspirasyon oranı.
- ii) Toprak - Topografik konum (yükselti ve eğim),
  - Tekstür ve Horizon türü,
  - Toprak organik maddesindeki azot miktarı (mineralizasyon).
- iii) Toprak kullanımı - Ürün (çeşit, kök bölgesi derinliği),
  - Ürünün su ve azot ihtiyacı,
  - Toprak kullanım yoğunluğu.
- iv) Azot uygulaması - Gübre çeşidi (mineral veya organik), Uygulama zamanı,
  - Miktarı ve Formu.

(i ve ii; Spesifik faktörler, iii ve iv; Tarımsal teknikler ile müdahale edilebilen faktörler).

Araştırmacılar, son 20 ile 30 yıl içinde farklı bölgelerdeki kuyulardan alınan su örneklerinde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun gözle görülür bir şekilde arttığını, hatta bazı bölgelerde içme suyu için belirlenen limitin üzerine çıktığını (Avrupa topluluğunun belirlediği içme suyu standardı, 50 mg  $\text{NO}_3^-/l$ ) belirtmişler ve bu sonucun, Hollanda ve Batı Almanya'da toplam su tüketiminin % 70.00 'inin yeraltı sularından sağlanması nedeni ile büyük bir endişeye sebep verdiğini belirtmişlerdir.

Finike ilçesinde III nolu bahçeden alınan toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

Şekil 3.3'den de izlenebileceği gibi, birinci örnekleme döneminde her iki derinlikte de diğer dönemlere göre, yüksek seviyede olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, aşamalı bir azalma gösterdiği, üçüncü dönemde ise en düşük seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Birinci dönemde 20-40 cm derinlikte 100.94 ppm olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, üçüncü dönemde aynı derinlikte 7.72 gibi düşük bir seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Diğer bahçelerde olduğu gibi,  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun birinci dönemden üçüncü döneme kadar aşamalı olarak bir azalma eğiliminde olması, yıkanmanın bu bahçede de etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

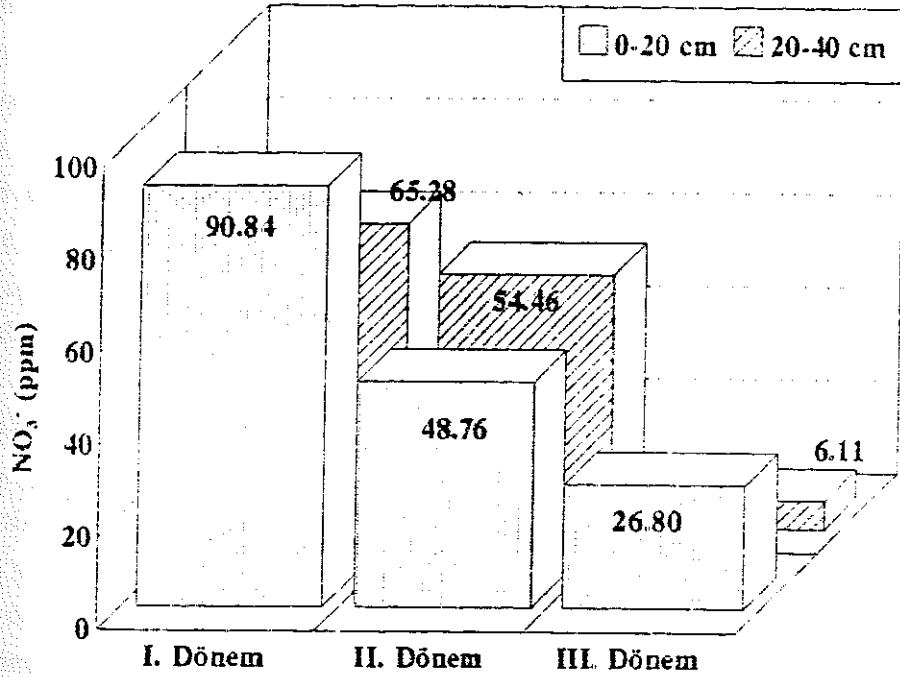


Şekil 3.3. Finike İlçesi III nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Topraktaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Inder Pal vd (1987) tarım topraklarının besin maddesi ihtiyacı karşılamak amacı için uygulanan gübrelerden, yeraltı sularının kirliliği açısından önemli olan besin maddesinin sadece N olduğunu belirtmişlerdir. Herhangi bir formda uygulanan N'un, toprak mikroorganizmaları tarafından en kısa sürede, suda çözünebilen ve yeraltı sularına süzülerek kolayca ulaşabilen  $\text{NO}_3^-$  formuna dönüştürüldüğünü ifade etmişlerdir. Çalışma sahası olarak belirledikleri tarımsal alanlardaki kuyulardan aldıkları su örneklerinde,  $\text{NO}_3^-$  N'unun 1975 ve 1982 yılları arasındaki değişimini tespit etmişler ve yeraltı sularının  $\text{NO}_3^-$  ile kirlenmesinin, Muson Yağmurları'ndan sonra yoğunlaştığını rapor etmişlerdir. Muson yağmurlarından önce 1975 yılında 0.99 ppm olarak belirlenen  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, 1982 yılında aynı dönemde 2.36 ppm'e yükseldiğini belirlemişlerdir. Bu artışın, muson yağmurları sonrası ve çeltik tarımının yapıldığı bölgelerde devam ettiğini vurgulamışlardır. Yapılan incelemelerde 1975 yılında  $\text{NO}_3^-$  içeriği 10.00 ppm'in üzerinde kuyu suyuna rastlanmamasına karşın, 1982 yılında ise kuyu sularının % 10.00'unda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, WHO'nun

belirlediği içme suyu standart değerinin (50 ppm) üzerinde olduğunu tesbit etmişlerdir. Ayrıca, Puncab civarında ki yeraltı sularındaki kirliliğin artmasında, sulu tarım yapılan kumlu bölgelerde aşırı düzeyde kullanılan N'lu gübrelerin hayati önemde olduğunu vurgulamışlardır. Ancak, N'lu gübrelerin akılcıca kullanılmasının, yani uygulamada gübrenin kısım kısım verilmesi gibi tedbirler sayesinde, yeraltı suyuna süzülen  $\text{NO}_3^-$  miktarının azalacağını ve buna bağlı olarak kirliliğin daha az gerçekleşeceğini rapor etmişlerdir.

Finike ilçesinde IV nolu turunçgil bahçesinden alınan toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Nitrat analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Finike İlçesi IV nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Topraktaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.4'ten de izlenebileceği gibi, ikinci ve üçüncü bahçe topraklarında olduğu gibi, birinci dönemde her iki derinlikte diğer dönemlere göre, yüksek seviyede bulunan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, aşamalı bir azalma göstererek üçüncü dönemde 26.80 ppm gibi düşük bir seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir.

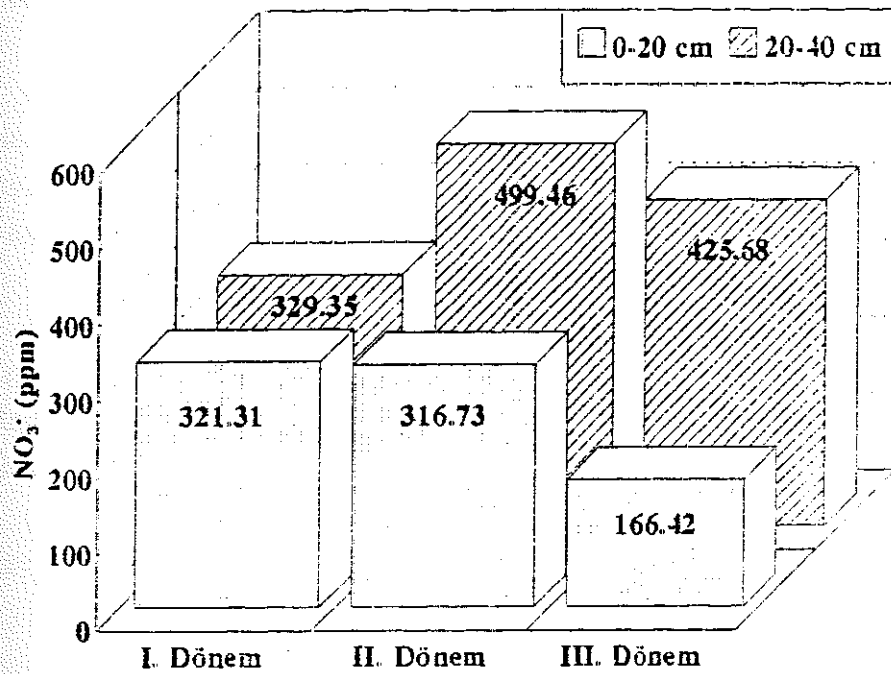
Araştırmanın yürütüldüğü turunçgil bahçelerinin ilk üçünde kapalı sistem, drenaj sistemi bulunmakta, dördüncüde ise değişik aralıklarla kazılmış doğal dren kanalları bulunmaktadır. Araştırma sonunda, dört bahçede de  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, dönemlere göre değişiminin benzer özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, sonbahar, kış ve ilkbahar dönemlerinde gerçekleşen yağışların, kök bölgesindeki  $\text{NO}_3^-$ 'in yıkanması üzerinde önemli derecede etkili olduğunu göstermektedir.

Strebel vd (1989) son 20-30 yıl içerisinde bir çok ülkede tarım topraklarında meydana gelen yıkanma nedeni ile yeraltı sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun artma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle Avrupa'nın yağışlı bölgelerinde  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasının önemli bir kısmının sonbahar, kış ve erken ilbaharda oluştuğunu rapor etmişlerdir. Intensif tarımsal üretim yapılan kumlu topraklardan bir yılda yeraltı suyuna karışan  $\text{NO}_3^-$  miktarının, sebze ve yem bitkisi yetiştirilen bölgelerde diğer bölgelere göre daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Değişik faktörlerle etkileşim halinde olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, Avrupa topluluğunun içme suları için belirlediği 50 mg  $\text{NO}_3^-/\text{l}$  sınırının üzerine çıkabildiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, çayır mera alanlarının tarım toprakları haline getirilmesinin, belirli bir zaman periyodu içerisinde  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasını artırdığını da rapor etmişlerdir. Yeraltı suyunun  $\text{NO}_3^-$ 'la kontaminasyonunun azaltılmasında; hasat sonunda kök bölgesinde kalan  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin minimuma düşürülmesinin, yıkanma periyodu süresince N döngüsünün normal olarak devam etmesinin ve N'un biyolojik olarak fiksasyonunun devamının, ayrıca  $\text{NO}_3^-$  içeriği yüksek girdilerin kullanımının minimuma indirgenmesinin de hayati önemde olduğu vurgulamışlardır. Çalışma sonunda, yeraltı su kalitesinin belli bir düzeyde tutulabilmesi için tarımsal faaliyetlere ve su kullanımına ilişkin önlemlerin mutlaka alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Kumluca ilçesinde bir seradan, üç dönemde farklı iki derinlikten alınan toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.5'de gösterilmiştir.

Şekil 3.5'ten de izlenebileceği gibi, toprak örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonları, her iki derinlikte ve her üç dönemde de turunçgil

bahçelerine göre daha yüksek seviyede bulunmuştur. Bunun yanında turunçgil bahçelerinde, birinci dönemden itibaren görülen aşamalı azalma sera toprağında görülmediği gibi, ikinci derinlikte her üç dönemde de  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun birinci derinliğe göre önemli derecede daha yüksek düzeyde bulunduğu saptanmıştır. Sera toprağının  $\text{NO}_3^-$  içeriğinde bir azalma olmayışının çeşitli nedenlerinin başında örtü altı yetiştiriciliği yapılması ve damla sulama sisteminin uygulanması gelmektedir. Serada damla sulama sistemi uygulanmasına rağmen, yüksek dozlarda gübre uygulanması ve sera toprağının kumlu tın bünyeye sahip olması nedeni ile yıkanmanın turunçgil bahçelerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.5. Kumluca İlçesi Domates Serasında Dönemlere Göre Topraktaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Kök bölgesinden tabansuyuna N yıkanması daha çok  $\text{NO}_3^-$  şeklinde olmaktadır. Ancak geçirgen kumlu topraklarda bazan amonyum formunda da olabilir. Diğer besin elementlerinin aksine mevsimsel mineralizasyon, immobilizasyon ve denitrifikasyona bağlı olarak N yıkanmasının derecesinde önemli dalgalanmalar söz konusudur. Azot yıkanmasının zamana bağlı olarak seyri ve ölçüsü az miktarda iklim ve toprak koşullarına bağlı olmakla birlikte, önemli ölçüde toprak kullanımının çeşidi ve yoğunluğuna (bitki çeşidi, toprak işlemenin sıklığı ve

intensitesi, mineral ve organik gübreleme yoluyla N uygulaması) bağlıdır. Yıllık N yıkanması ile tabansuyu arasında pozitif bir ilişki vardır. Yıkanma ile N kaybı, evapotranspirasyonla su kaybının ve toprağın tarla kapasitesinin yüksekliğine bağlı olarak azalmaktadır. Bu nedenle tarıma alınan kumlu topraklarda daha yüksek tabansuyu oluşumu ve buna bağlı olarak daha yüksek N kaybı beklenebilir. Orta Avrupa iklim koşullarında tarım topraklarında vejetasyon süresince pek ender N yıkanması olmaktadır. Yıkanma ile asıl kayıp Eylül-Nisan ayları arasında olmaktadır. Kumlu topraklarda esas yıkanma dönemlerinde derinlere doğru taşınma ve N yıkanması siltli killi topraklara oranla daha hızlıdır (Özbek vd 1993).

### 3.6. Artezyen ve Drenaj Sularında Dönemlere Göre $\text{NO}_3^-$ Değişimi

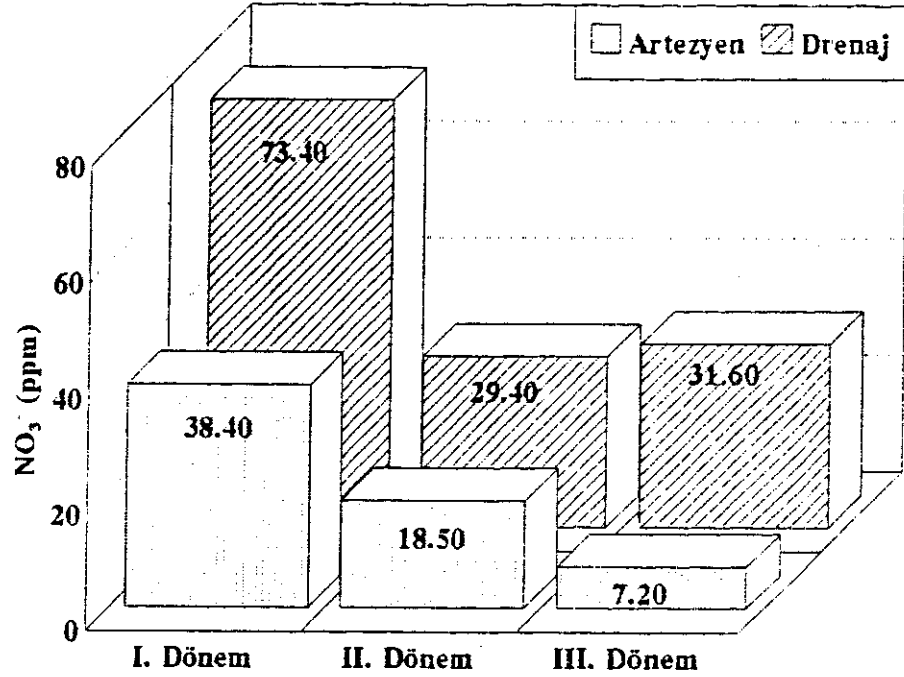
Kumluca ve Finike ilçelerinde turuncgil bahçelerinde ve Kumluca ilçesindeki bir domates serasında sulama suyu olarak kullanılan artezyen ve drenaj sularından üç farklı dönemde alınan su örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Araştırmada analizleri yapılan artezyen ve drenaj sularının değerlendirilmesinde, drenaj sistemi sağlıklı şekilde çalışan Kumluca ilçesinde 1 nolu bahçe, Finike ilçesinde ise 3 nolu bahçe ve Kumluca ilçesinde seradan alınan artezyen ve drenaj suları dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.11. Artezyen ve Drenaj Sularının Dönemlere Göre  $\text{NO}_3^-$  Analiz Sonuçları (ppm)

Dönem	Örneğin Cinsi	Kumluca (1. Bah.)	Finike (3. Bah.)	Kumluca (Sera)
1	Artezyen	38.40	17.00	5.80
	Drenaj	73.40	22.70	121.50
2	Artezyen	18.50	12.90	2.00
	Drenaj	29.40	47.40	49.80
3	Artezyen	7.20	11.10	5.10
	Drenaj	31.60	13.00	250.00

Kumluca ilçesinde 1 nolu bahçenin, dönemlere göre artezyen ve drenaj sularındaki  $\text{NO}_3^-$  değişimi Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

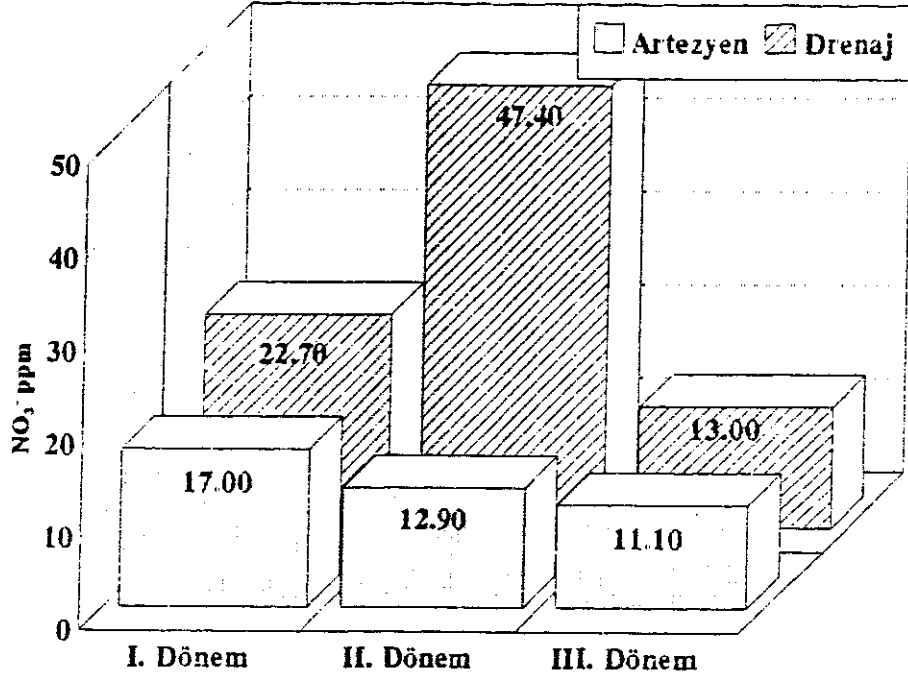


Şekil 3.6. Kumluca İlçesi I nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Artezyen ve Drenaj Suyundaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.6'dan da izlenebileceği gibi, 1 nolu bahçenin artezyen suyunda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, birinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede (38.40 ppm) olduğu belirlenmiştir. İkinci dönemde  $\text{NO}_3^-$  seviyesi 18.50 ppm'e kadar azalmış; bu azalma üçüncü dönemde de devam ederek 7.20 ppm'e kadar düştüğü belirlenmiştir. Drenaj suyunda ise durumun biraz farklı olduğu görülmektedir; birinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, ikinci dönemde oldukça düşük bir seviyeye (29.40 ppm) düştüğü belirlenmiş, ancak üçüncü dönemde artezyen suyunun aksine azalma devam etmemiş, hatta az da olsa artış görülmüştür.

Finike ilçesinde araştırma yapılan III nolu turunçgil bahçesinden alınan artezyen ve drenaj sularının  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.11'de verilmiştir. Nitrat analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.7'de gösterilmiştir.





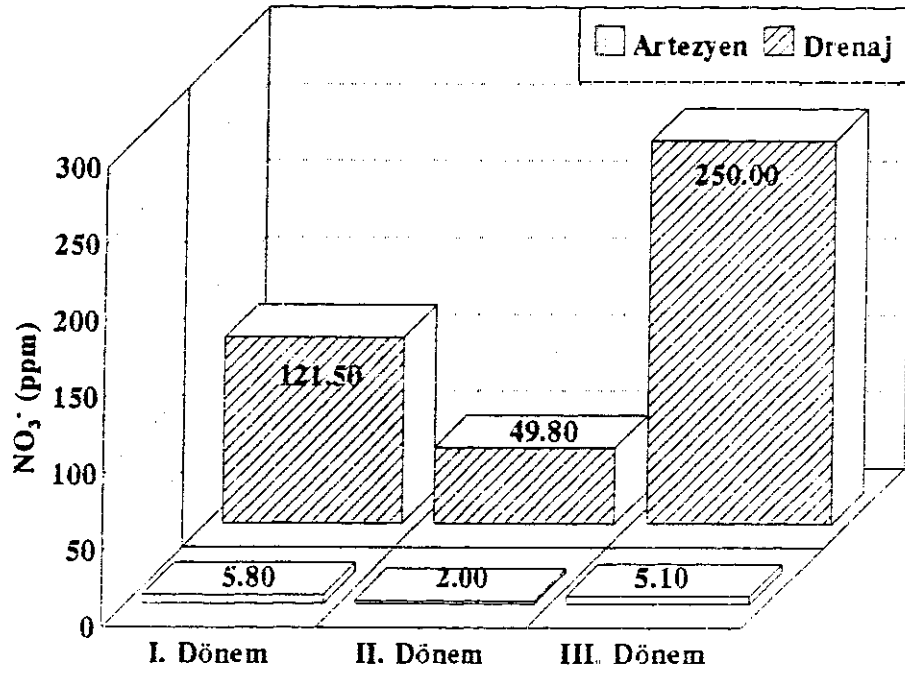
Şekil 3.7. Finike İlçesi III nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Artyzen ve Drenaj Suyundaki NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Değişimi

Şekil 3.7'den de izlenebileceği gibi, drenaj sularının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içerikleri artyzen sularına göre, her üç dönemde de daha yüksektir. Artyzen suyunda birinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede bulunan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunun, ikinci ve üçüncü dönemlerde aşamalı olarak düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Birinci turunçgil bahçesinde de belirlendiği gibi, artyzen sularının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunda II. ve III. dönemlerde görülen azalma, kış aylarındaki fazla yağışlar nedeniyle artyzen sularında bir seyrelme olması ile açıklanabilir. Diğer taraftan, drenaj suyunda ikinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede olan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> seviyesinin, üçüncü dönemde en düşük seviyeye ulaştığı belirlenmiştir.

Cooke'un (1986) yaptığı araştırmada, İngiltere koşullarında intensif tarım yapılan bölgelerde, kış mevsiminde drenaj sularının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunun 44.00-80.00 ppm düzeyine çıktığını belirlemiştir. İçme suyu sağlanan aküferlerdeki ve yüzey sularındaki NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

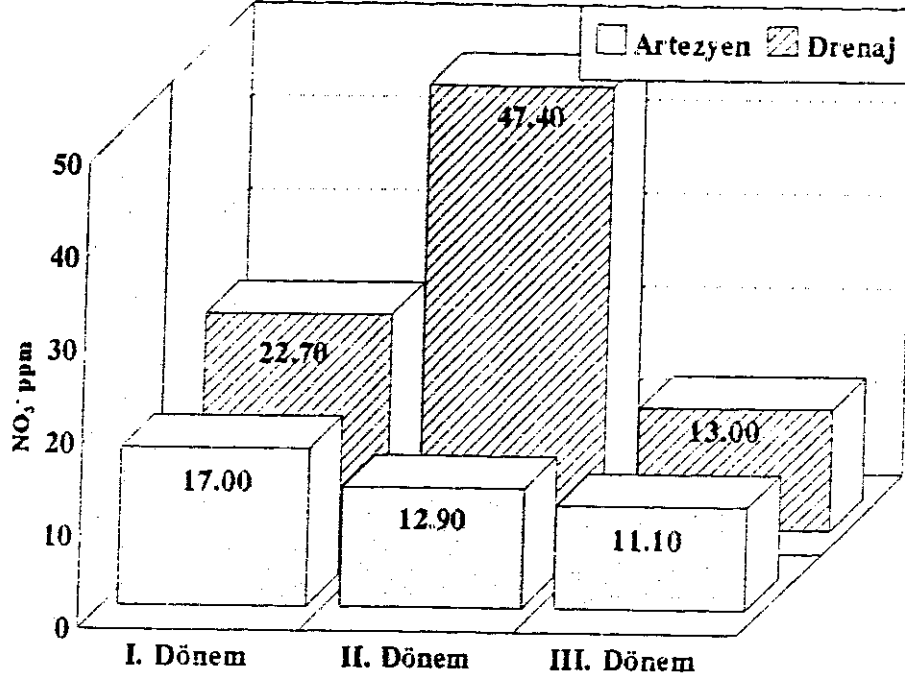
konsantrasyonunun daha çok toprakta bulunan organik formdaki N'lu bileşiklerin mineralizasyonu ile çok yakından ilgili olduğunu ifade etmiştir.

Turunçgil bahçelerinin yanında Kumluca ilçesinde bir seradan alınan artezyen ve drenaj suyunun  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Nitrat analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Kumluca İlçesi Domates Serasında Dönemlere Göre Artezyen ve Drenaj Suyundaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.8'den de görülebileceği gibi artezyen suyunda çok düşük seviyede olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, drenaj sularında oldukça yüksek seviyelerde bulunmuştur. Artezyen suyunda çok düşük düzeyde bulunan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, dönemlere göre de önemli bir değişim göstermemiştir. Diğer taraftan drenaj suyunda birinci dönemde 121.50 ppm olan  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin, ikinci dönemde azalarak 49.80 ppm seviyesine düştüğü görülmüştür. İkinci dönemdeki azalmanın aksine, üçüncü dönemde beş kat artarak 250.00 ppm gibi çok yüksek bir seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Sulamada kullanılan artezyen suyunda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun çok düşük düzeyde bulunmasına karşın, seradan alınan drenaj suyunda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun 250.00 ppm gibi yüksek



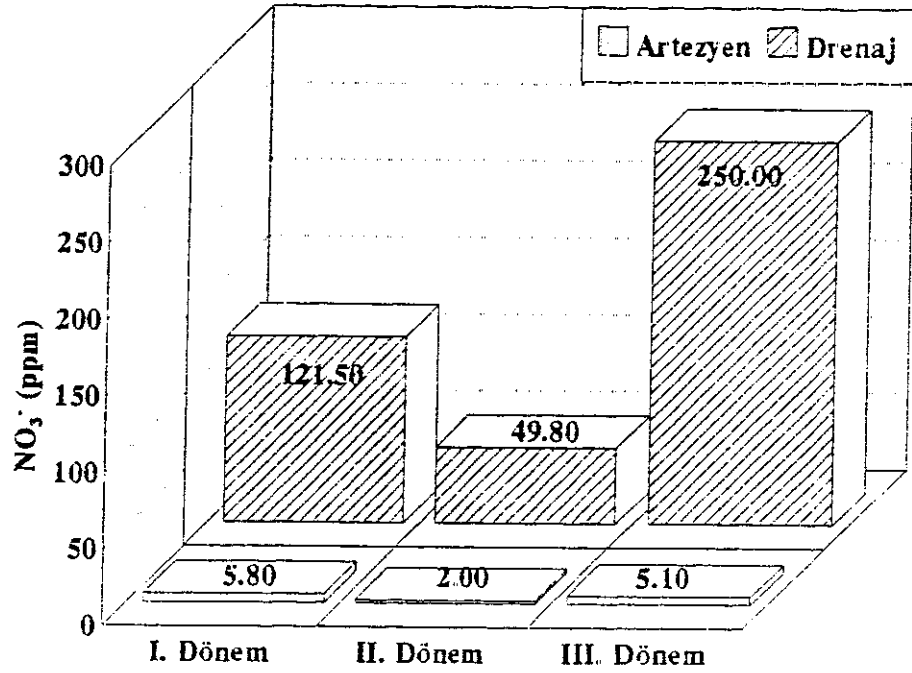
Şekil 3.7. Finike İlçesi III nolu Turunçgil Bahçesinde Dönemlere Göre Artyzen ve Drenaj Suyundaki NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Değişimi

Şekil 3.7'den de izlenebileceği gibi, drenaj sularının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içerikleri artyzen sularına göre, her üç dönemde de daha yüksektir. Artyzen suyunda birinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede bulunan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunun, ikinci ve üçüncü dönemlerde aşamalı olarak düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Birinci turunçgil bahçesinde de belirlendiği gibi, artyzen sularının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunda II. ve III. dönemlerde görülen azalma, kış aylarındaki fazla yağışlar nedeniyle artyzen sularında bir seyrelme olması ile açıklanabilir. Diğer taraftan, drenaj suyunda ikinci dönemde diğer dönemlere göre daha yüksek seviyede olan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> seviyesinin, üçüncü dönemde en düşük seviyeye ulaştığı belirlenmiştir.

Cooke'un (1986) yaptığı araştırmada, İngiltere koşullarında intensif tarım yapılan bölgelerde, kış mevsiminde drenaj sularının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> konsantrasyonunun 44.00-80.00 ppm düzeyine çıktığını belirlemiştir. İçme suyu sağlanan aküferlerdeki ve yüzey sularındaki NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

konsantrasyonunun daha çok toprakta bulunan organik formdaki N'lu bileşiklerin mineralizasyonu ile çok yakından ilgili olduğunu ifade etmiştir.

Turunçgil bahçelerinin yanında Kumluca ilçesinde bir seradan alınan artezyen ve drenaj suyunun  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.10'da verilmiştir. Nitrat analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

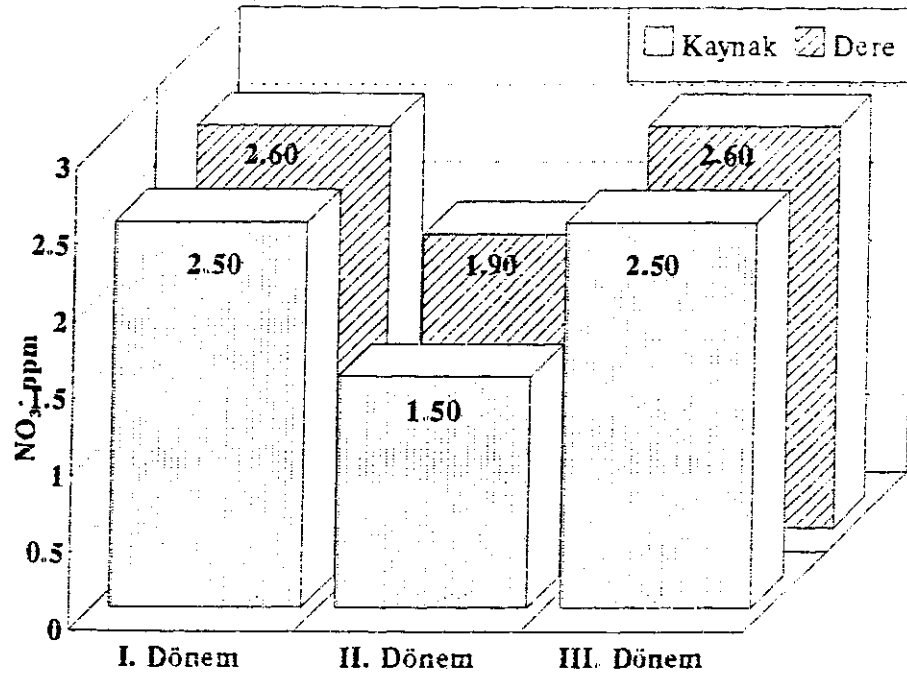


Şekil 3.8. Kumluca İlçesi Domates Serasında Dönemlere Göre Artezyen ve Drenaj Suyundaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.8'den de görülebileceği gibi artezyen suyunda çok düşük seviyede olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, drenaj sularında oldukça yüksek seviyelerde bulunmuştur. Artezyen suyunda çok düşük düzeyde bulunan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu, dönemlere göre de önemli bir değişim göstermemiştir. Diğer taraftan drenaj suyunda birinci dönemde 121.50 ppm olan  $\text{NO}_3^-$  seviyesinin, ikinci dönemde azalarak 49.80 ppm seviyesine düştüğü görülmüştür. İkinci dönemdeki azalmanın aksine, üçüncü dönemde beş kat artarak 250.00 ppm gibi çok yüksek bir seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Sulamada kullanılan artezyen suyunda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun çok düşük düzeyde bulunmasına karşın, seradan alınan drenaj suyunda  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun 250.00 ppm gibi yüksek

Çizelge 3.12. Kaynak, Dere ve Şebeke Sularında Dönemlere Göre  $\text{NO}_3^-$  Analiz Sonuçları (ppm)

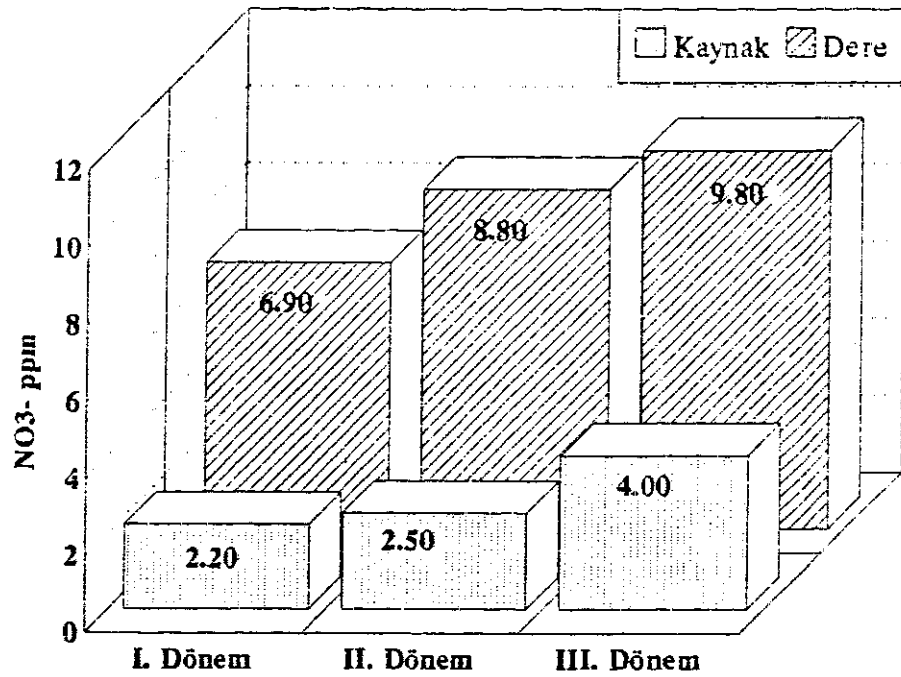
Örneklemeye Yerleri	D Ö N E M L E R		
	I	II	III
10 Tekke Pınarları	2.50	1.50	2.50
7 Akçay Çayı	2.20	2.50	4.00
11 Köşklükavak Kay.	2.60	1.90	2.60
8 Karasu Çayı	6.90	8.80	9.80
6 Kavur Deresi	10.13	54.64	69.45
12 Finike Şebeke Su.	8.27	9.64	13.31
13 Hasyurt Şeb. Su.	2.24	-	2.09



Şekil 3.9. Akçay Çayının Dönemlere Göre Kaynak ile Örneklemeye Noktası Arasındaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.9'dan da izlenebileceği gibi her üç dönemde de çay suyu ile kaynak suyunun  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonu bakımından çok farklı olmadığı belirlenmiştir. Kaynak ile çay suyundan örnek alınan nokta arasında yaklaşık 5 km'lik bir mesafe bulunmaktadır. Bu 5 km'lik mesafede çay yakınında çok fazla sayıda turunçgil bahçesi ve seranın bulunmaması, çay suyu ile kaynak suyunun  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonları arasında önemli bir farklılığın bulunmamasını açıklar niteliktedir.

Finike ilçe sınırları içinde yer alan bir diğer akarsu olan Karasu çayı üzerinde yer alan Köşklükavak kaynağı (11 nolu örnekleme noktası) ve bu kaynaktan 2 km'lik uzaklıkta çay üzerinden (8 nolu örnekleme noktası) üç dönemde alınan su örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir. Kaynaktan ve çaydan alınan su örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Karasu Çayının Dönemlere Göre Kaynak ile Örnekleme Noktası Arasındaki  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.10.'dan da izlenebileceği gibi, çaydan alınan su örneklerinde  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun kaynak suyuna göre daha yüksek düzeyde bulunduğu; ayrıca, hem kaynak ve hemde çaydan alınan su

örneklerinin  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin, birinci dönemden itibaren aşamalı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü dönemlerde yağmur sularının seyreltme etkisine rağmen artışın devam etmesi, kaynak ve dere civarında yoğunlaşmış turunçgil bahçelerinden ve seralardan yikanan  $\text{NO}_3^-$  miktarındaki artışı göstermektedir.

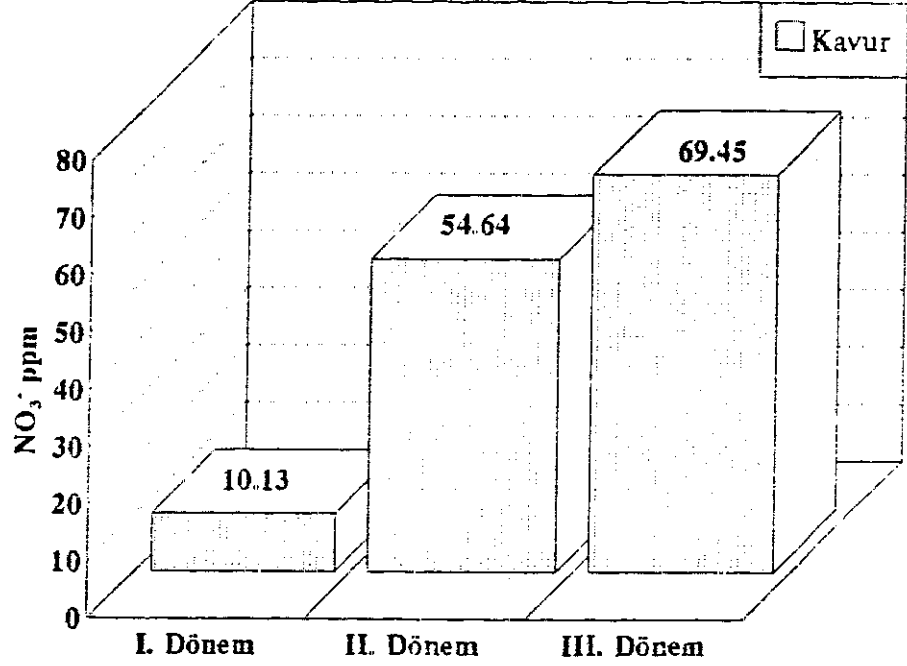
Hanus vd (1989) tarımsal üretimde N'lu gübrelerin aşırı kullanımının, içme sularındaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun artmasında başlıca faktör olduğunu belirtmişler. Araştırmalarında, tahıllarda hangi N'lu gübrenin verim üzerine etkisinin daha fazla olduğunu tespiti, artık  $\text{NO}_3^-$  miktarının belirlenmesi ve perkole olan sudaki  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun analiz edilmesi gibi konular üzerinde çalışmışlardır. Sonuçta, kışlık buğdayın uzun vadeli bir denemede yulaf, kışlık arpa ve kolza ile münavebeli olarak yetiştirilmesinin daha doğru olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca  $\text{NO}_3^-$  kirliliğini azaltıcı veya tamamen giderici alternatif metodlar üzerinde de durmuşlardır.

Kumluca ilçesinde su örneği aldığımız Kavur deresinin (6 nolu örnekleme noktası)  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir. Nitrat analiz sonuçlarının dönemlere göre değişimi ise Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Şekil 3.11'den de izlenebileceği gibi  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun, birinci dönemden başlayarak aşamalı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Kavur deresi, bütün yıl içersinde akmayıp, sadece yağmur sezonunda ve sulamanın yapıldığı dönemlerde akan, ve civarındaki seralar ile turunçgil bahçelerinin doğal drenaj kanalı görevini yapan bir dere dir. Birinci dönemde 10.13 ppm olan  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun ikinci dönemde 54.60 ppm ve üçüncü dönemde ise 69.50 ppm gibi çok yüksek seviyelere çıktığı belirlenmiştir.

Kavur deresi üzerinden örnek alınan nokta ile derenin doğduğu nokta arasında yaklaşık 7 km'lik mesafe bulunmakta olup, derenin doğduğu yerden Kumluca merkezine kadar olan mesafede dere civarında yoğun olarak turunçgil tarımı yapılmakta, Kumluca merkezinden örnek alınan noktaya kadar olan mesafede ise çoğunlukla örtü altı tarımı yaygındır. Kış aylarında seralardan drene olan suların ve özellikle yağışların etkisiyle derenin üçüncü örnekleme dönemindeki debisinin birinci döneme göre yaklaşık 10 kat kadar fazla olduğu gözlenmiştir.

özellikle yağışların etkisiyle üçüncü dönemde debinin artmasına karşın,  $\text{NO}_3^-$  konsantrasyonunun da en yüksek düzeye ulaşması, kullanılan N'lu gübrelerden kaynaklanan  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasının önemli boyutlarda olduğunu ortaya koymaktadır.



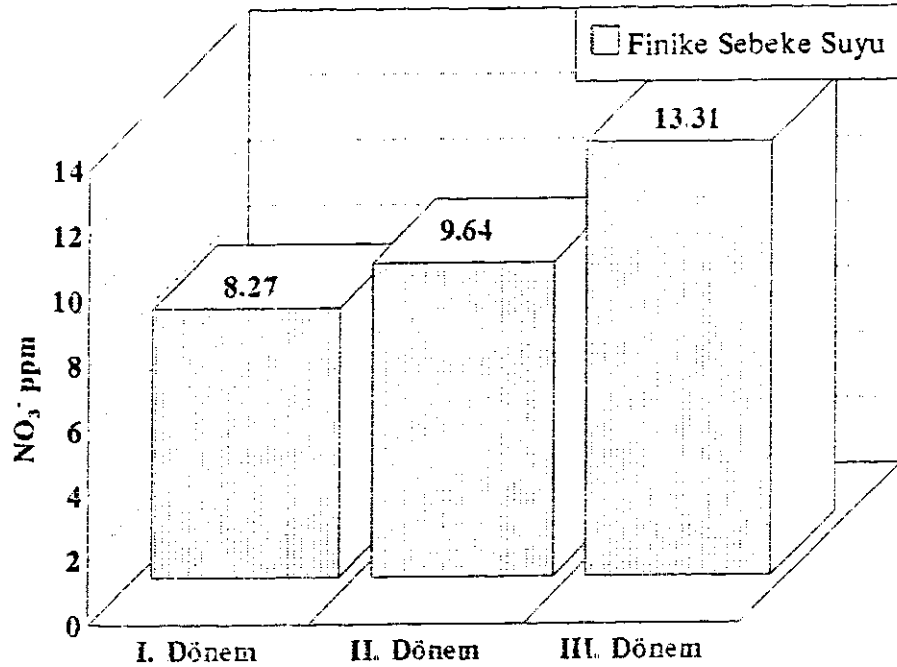
Şekil 3.11. Kumluca İlçesi Kavur Deresinin Dönemlere Göre  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Finike ilçesi merkezden alınan Şebeke suyu örneğinin  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir. Finike ilçesi merkezden alınan şebeke suyu örneğinin  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin dönemlere göre değişimi Şekil 3.12'de gösterilmiştir.

Şekil 3.12'den de izlenebileceği gibi, Finike ilçesi şebeke suyu  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin birinci dönemden başlayarak yıkanmanın fazla olduğu dönemlerde arttığı belirlenmiştir. Şebeke suyunun  $\text{NO}_3^-$  içeriğinin, WHO tarafından bildirilen (Nagarajah vd 1988) sınır değerinin altında olmasına karşın, gerekli önlemlerin alınmaması halinde, bölgede yapılan tarımın yoğunluğuna bağlı olarak yakın gelecekte daha yüksek düzeylere ulaşacağı açıktır.

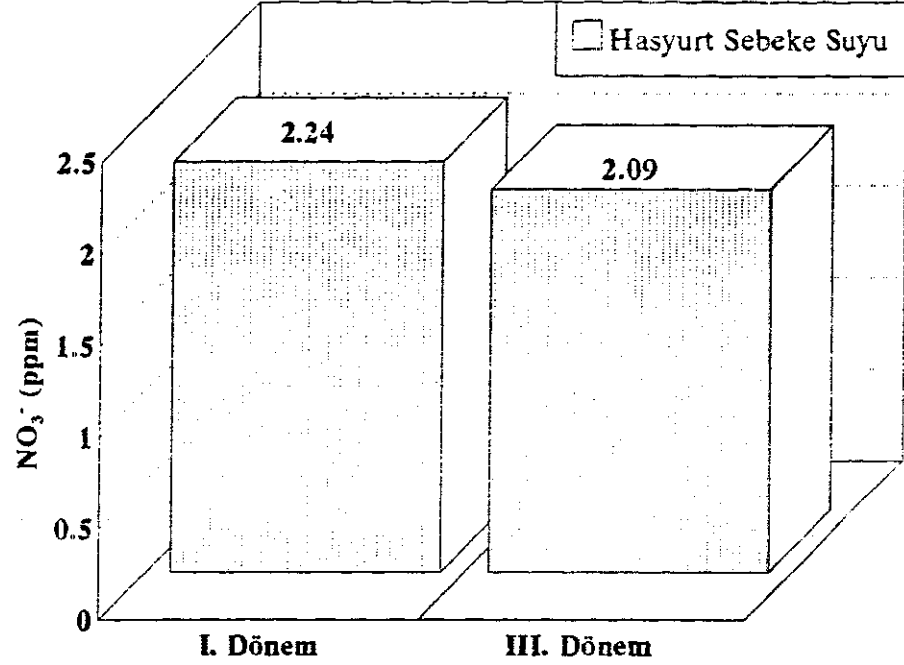


Tanow vd (1988) bir çok gelişmiş ülkede gübre uygulamalarının aşırı bir şekilde artmasıyla, içme sularında  $\text{NO}_3^-$  kirliliğinin önemli bir problem haline geldiğini belirterek, Bulgaristan'da özellikle sonbahar ve ilkbaharda bu degerin 30 mg  $\text{NO}_3^-/l$ 'ye ulaştığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar bu problemin ancak gübre uygulamalarının sınırlandırılması, gübre kullanım zamanının iyi ayarlanması ve yetiştirilen bitkilerin değiştirilmesi veya münavebeli olarak yetiştirilmesi halinde çözülebileceğini ifade etmişlerdir. Problemin azaltılmasında alınan bu ve diğer önlemlerin uygulanmadan önce verim üzerine olan etkisinin, maliyet artışına olan etkisinin, alternatif üretim şekilleri üzerine ve bir hektardan ne derece gelir kaybına neden olduğunun mutlaka değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bulgaristan'da kirliliğin yoğun olduğu suların kullanıldığı bölgelerde, bütün bu sözü edilen maliyet hesaplarının yapıldığında, çiftçilerin gelir kaybına maruz kaldığı, hatta bazı durumlarda zarar bile ettikleri ifade edilmiştir. Bu nedenle, yeraltı sularının kirlenmesini önlemede en ekonomik yöntemin tercih edilmesini ve daha az gübre kullanılmasını, bitkilerin münavebeli olarak yetiştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda en az gelir kaybının gübre uygulamasının 1/3 oranında azaltıldığı durumda görüldüğünü rapor etmişlerdir.



Şekil 3.12. Finike İlçesi Şebeke Suyunun Dönemlere Göre  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Finike ilçesine bağlı Hasyurt merkezinden alınan şebeke suyunun  $\text{NO}_3^-$  analiz sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir. İki dönemde alınan içme suyu örneğinin, dönemlere göre  $\text{NO}_3^-$  değişimi Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Hasyurt Şebeke Suyunun Dönemlere Göre  $\text{NO}_3^-$  Değişimi

Şekil 3.13'ten de izlenebileceği gibi, şebeke suyunun  $\text{NO}_3^-$  içeriğinde fazla bir değişiklik olmamıştır. Konsantrasyonda bir değişiklik olmamasının en önemli nedenlerinden birinin, kaynak civarında yok denecek kadar az sayıda bahçe ve seranın bulunmasından ileri geldiği düşünülmektedir.

Araştırmada analizleri yapılan, içme suyu sağlanan yeraltı ve kaynak sularının  $\text{NO}_3^-$  içerikleri WHO'nun (Dünya Sağlık Teşkilatı) içme suları için bildirdiği 50 ppm (Nagarajah vd 1988) sınırı ile karşılaştırıldığında çok daha az olduğu belirlenmiştir. Ancak, Kumluca ilçesinde su örneği alınan Kavur deresi suyunun (69.45 ppm) ve domates üretimi yapılan cam seradan alınan drenaj suyunun (250.00 ppm) yüksek oranlarda  $\text{NO}_3^-$  içerdiği saptanmıştır. Ayrıca, yörede turuncğil bahçelerinden ve seradan farklı iki derinlikten alınan toprak örneklerinin genelde ikinci derinliklerinde daha yüksek oranda  $\text{NO}_3^-$  içerdiği belirlenmiştir. Turuncğil bahçelerinde birinci derinlikte  $\text{NO}_3^-$

içerigi 5.01 ppm ile 90.84 ppm arasında değişirken, ikinci derinlikte bu değer 6.11 ppm ile 100.94 ppm değerleri arasında değiştiği görülmüştür. Domates serasında bu değer birinci derinlikte 166.42 ppm ile 321.31 ppm arasında değişirken, ikinci derinlikte 329.35 ppm ile 499.46 ppm arasında değişim göstermiştir. Bu da yörede aşırı N'lu gübrelemeden kaynaklanan  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasının önemli boyutlarda olduğunu göstermiştir. Bunun yanında, yöre topraklarının bünye bakımından genelde (killi tın, tın ve kumlu tın) orta ve kaba bünyeli olması ile yıkanmayı artırdığı düşünülmektedir. Kumluca ve Finike ilçelerinin bütün bu özellikleri dikkate alındığında, eğer tarımsal üretimin tüm aşamalarında yeterince önlem alınmazsa, yakın gelecekte içme suyu sağlanan yeraltı aküferlerinde ve kaynaklarda  $\text{NO}_3^-$  kirlilik düzeyinin daha yüksek boyutlara ulaşacağı düşünülmektedir.

Yörenin tarımsal potansiyeli, iklimi ve üreticinin eğitim düzeyi dikkate alındığında, aşırı N'lu gübrelemeden kaynaklanan  $\text{NO}_3^-$ 'la kirlilik riskinin azaltılmasında alınabilecek önlemleri şu şekilde sıralamak mümkün olacaktır; azotlu gübrelerin kullanımı yıllık olarak düşünülmeli ve yıl içerisinde gübre uygulaması su döngüsü dikkate alınarak kısım kısım yapılmalı, ilk gübrelemeden önce ve sezon sonunda mutlaka toprakta  $\text{NO}_3^-$  analizi yapılmalı, azotlu gübreler banda uygulanmalı, N'lu gübrelerin sıvı halde uygulanmamalı, yıkanmanın maksimum olduğu dönemlerde yıkanmayı azaltmada toprak yüzeyinin örtü bitkileri ile kaplanmalı, tarımsal üretimin her aşamasında çok iyi bir su idaresinin yapılmalı, su korunumunun idari ve yasal bakımdan düzenlenmeli ve tarım çevre ilişkisinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmeli, su kaynaklarında oluşan kirliliğin potansiyel kaynaklarının belirlenmeli, kirlilik bakımından hassas bölgelerin belirlenmeli ve bu bölgelerin haritalarının hazırlanmalı; ayrıca, bu bölgeler için erken uyarı sistemlerinin geliştirilmeli, bütün bu önlemlerin de ötesinde konu üzerinde daha çok bilimsel çalışmalar yapılarak yöre üreticisinin bu konuda aydınlatılması sağlanmalıdır.

#### 4. ÖZET

Bu çalışma, Kumluca ve Finike yörelerinde tarımda kullanılan N'lu gübrelerin çevre kirliliği üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, yörede Washington Navel portakal yetiştiriciliği yapılan, üç adet kapalı ve bir adet açık drenaj sistemine sahip dört adet turunçgil bahçesinden ve kapalı drenaj sistemine sahip bir cam seradan üç farklı dönemde (20 Ekim 1993, 12 Ocak 1994, 05 Nisan 1994) toprak, artezyen ve drenaj suyu örnekleri ile yöredeki belli başlı kaynak, dere ve şebeke suyu örnekleri alınmıştır. Birinci dönemde alınan toprak örneklerinde pH, CaCO<sub>3</sub>, eriyebilir toplam tuz, bünye, organik madde, N, P, K, Ca, Mg, Na ve B analizleri, yine aynı dönemde alınan su örneklerinde EC, pH, Ca, Mg, Na, K, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl, SO<sub>4</sub> analizleri yapılarak, % Na ve SAR değerleri hesaplanmıştır. Nitrat analizleri ise her üç dönemde alınan toprak ve su örneklerinde yapılmıştır.

Toprakların pH'ları turunçgil bahçelerinde hafif alkalın, serada ise alkalın karakterdedir. Kireç kapsamı, bahçelerde çok yüksek, sera topraklarında ise yüksek düzeyde bulunmuştur. Eriyebilir toplam tuz yönünden ise hem sera hem de bahçe topraklarında bir sorunun bulunmadığı belirlenmiştir. Toprak örneklerinin bünyeleri turunçgil bahçelerinde killi tın ve tın, serada ise kumlu tın olarak saptanmıştır. Organik madde içerikleri bakımından, bahçe topraklarının humusca fakir ve az humuslu, sera toprağının ise humusca fakir olduğu belirlenmiştir.

Turunçgil bahçelerinden ve seradan alınan toprakların makro besin elementi bakımından yeterli olduğu saptanmıştır. Bahçe topraklarının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içerikleri 5.01-100.94 ppm değerleri arasında, sera toprağının NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içeriği ise 166.42-499.46 ppm değerleri arasında değişim göstermiştir.

İncelenen su örneklerinin pH değerlerinin nötr ve orta derecede alkalı karakterde olduğu, tuzluluk değerleri bakımından bütün su örneklerinin C2 sınıfına (Orta Tuzlu), SAR değerleri bakımından ise S1 sınıfına (Az Sodyumlu) girdiği belirlenmiştir. Su örneklerinin % Na, Cl, SO<sub>4</sub> ve B içerikleri bakımından birinci sınıfa ( % Na < % 40, Cl < 3 me/l, SO<sub>4</sub> < 4 me/l ve B < 0.5 ppm) girdikleri saptanmıştır. Su örneklerinde NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içeriklerinin, artezyen sularında 2.00-38.40 ppm, drenaj sularında 13.00-250.00 ppm, kaynak sularında 1.50-4.00 ppm, dere sularında 1.90-69.45 ppm ve şebeke sularında 2.09-13.31 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen, içme suyu sağlanan yeraltı ve kaynak sularının  $\text{NO}_3^-$  içerikleri WHO'nun (Dünya Sağlık Teşkilatı) içme suları için bildirdiği 50 ppm sınırı ile karşılaştırıldığında bu sınırın altında bulunduğu görülmektedir. Ancak, Kumluca ilçesinde su rneği alınan Kavur deresi suyunun (69.45 ppm) ve domates üretimi yapılan cam seradan alınan drenaj suyunun (250.00 ppm) yüksek oranlarda  $\text{NO}_3^-$  içerdėi saptanmıştır. Ayrıca, yörede turunil bahçelerinden ve seradan farklı iki derinlikten alınan toprak örneklerinin genelde ikinci derinliklerinde daha yüksek oranda  $\text{NO}_3^-$  içermesi, yörede aşırı N'lu gübrelemeden kaynaklanan  $\text{NO}_3^-$  yıkanmasının önemli boyutlarda olduğunu göstermiştir. Bunun yanında, yöre topraklarının bünye bakımından genelde orta ve kaba bünyeli (killi tın, tın ve kumlu tın) olmasının yıkanmayı artırıcı yönde etkilediği düşünülmektedir. Kumluca ve Finike ilçelerinin bütün bu özellikleri dikkate alındığında, eğer tarımsal üretimin tüm aşamalarında yeterince önlem alınmazsa, yakın gelecekte içme suyu sağlanan yeraltı akferlerinde ve kaynaklarda  $\text{NO}_3^-$  kirlilik düzeyinin daha yüksek boyutlara ulaşacağı sylenebilir.

## 5. SUMMARY

This study was conducted to find out the effects of nitrogen fertilizers used in Agriculture on the environmental pollution in Kumluca and Finike regions. During the research, soil (from two depths), drilled well water and drainage water samples were taken from four citrus orchards, of which three were of closed and one was of open drainage system, and from a greenhouse with closed drainage system in three different periods (20 October 1993, 12 January 1994, 05 April 1994). At the same time, water samples from water sources, streams and network water from the same regions were also taken. Analyses of pH,  $\text{CaCO}_3$ , total soluble salt content, texture, organic matter, N, P, K, Ca, Mg, Na and B in the soil samples and EC, pH, Ca, Mg, Na, K,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ , Cl and  $\text{SO}_4$  in the water samples of the first period were done and values of Na percentage and SAR were calculated. Nitrate analyses were carried out for all of the soil and water samples of all three periods.

The pH values of soils were of light alkali in the citrus orchards and of light alkali character in the greenhouse. The lime contents were found to be very high in citrus orchards soils and high in the greenhouse soils. No problem in the soil in terms of soluble salt content was found either in the citrus orchards or greenhouse. Whilst the soil texture in the citrus orchards was of loamy clay and loam characters, it was of sandy loam characters in the greenhouse. In terms of organic matter content, while citrus orchards areas were found to be poor in humus and were of low level of humus, the soils in the greenhouse were found to be poor in humus.

The soil samples from both citrus orchards and greenhouse were found to be sufficient in terms of macro elements. While the  $\text{NO}_3^-$  contents of soil samples taken from citrus orchards soils were between 5.01-100.94 ppm, this range was from 166.42-499.46 ppm for the greenhouse soils.

In the water samples investigated, pH values were of neutral and medium alkali character, while the water samples were in the class of C2 (Medium Salty), they were in the S1 (Low Na Level) class in terms of SAR values. The water samples were found to be in the first class (ie % Na < % 40, Cl < 3 me/l,  $\text{SO}_4$  < 4 me/l and B < 0.5 ppm) in terms of Na Percentages, Cl,  $\text{SO}_4$  and B. The contents of  $\text{NO}_3^-$  were between 2.00-

38.40 ppm for drilled well waters, 13.00-250.00 ppm for drainage waters, 1.50-4.00 ppm for the waters sources, 1.90- 69.45 ppm for the stream waters and 2.09-13.31 ppm for the network waters.

When the  $\text{NO}_3^-$  contents of drilled well water and natural waters are compared with that given by the WHO (World Health Organization) of 50 ppm, it will be seen that the measured  $\text{NO}_3^-$  values are below this limit. However, water samples taken from Kavur stream and from the drainage of greenhouse in Kumluca were found to be containing high  $\text{NO}_3^-$  contents (69.45 and 250.00 ppm respectively). Furthermore, the fact that the second depths of the soil samples taken from in both citrus orchards and greenhouse in general contained higher  $\text{NO}_3^-$  contents showed that  $\text{NO}_3^-$  leaching into the soil is quite dramatic due to the use of nitrogen fertilizers. In addition the fact that the soils in the regions have medium and coarse texture (clayed loam, loam and sandy loam) is thought to be effecting the  $\text{NO}_3^-$  leaching positively. Considering all these results, for the Kumluca and Finike regions, if necessary measures are not taken in all of the agricultural production stages, it is very probable that the level of  $\text{NO}_3^-$  pollution in natural water sources and in aquifers used for the supply of drinking water will be very high.

## 6. KAYNAKLAR

- AKTAŞ, M. 1991. Bitki Besleme Toprak Verimliliği. Ank. Üniv. Ziraat Fak., Yayınları:1202, ders Kitabı;347
- AMARA, A.A., EL-HAIBA, M., AYOUB, H., CANTER, L. and MULAZZANI, L. 1990. Pollution of the groundwater caused by fertilizers and pesticides used in agriculture three cases in the Maghreb. Proceedings 14<sup>th</sup> International Congress on Irrigation and Drainage Riade Janeria, Brazil. No.1-A, 185-195, New Delhi India; International Commissions on Irrigation and Drainage.
- ANONİM, 1978. Finike-Kumluca Ovası Hidrolojik Etüd Raporu. DSİ Basım ve Foto-Film İşlt. Müd.Matb. ANKARA.
- ANONİM, 1983. Antalya İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları. TOVEP Yayın No:08, Genel Yayın No;736. Toprak Etüdüleri ve Haritalama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- ANONİM, 1988. Yaprak ve Toprak Analiz Metodları II. T.C. Tarım Orman Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü, Bornova-İzmir.
- ANONİM, 1991. Antalya İli Örtüaltı Yetiştiriciliği. Tarım Bakanlığı Antalya İl Müdürlüğü, Proje ve İstatistik Şube Müdürlüğü.
- ANONİM, 1993a. Antalya İli arazi Varlığı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları Ankara, 1993.
- ANONİM, 1993b. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Antalya İl Müdürlüğü Verileri (Yayınlanmamış).
- ANONİM, 1994a. Tarımsal Yapı ve Üretim, 1992. D.İ.E. Matbaası D.İ.E. Yayın No; 1685 Ankara.
- ANONİM, 1994b. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Verileri
- ANONİM, 1994c. İçme Suyu Standartları. Antalya Su İşletmesi Müdürlüğü.
- AYYILDIZ, M. 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri Ölçme Bilgisi. Ank. Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 636, Ders Kitabı:199.



- BLACK, C.A. 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- BLACK, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher, Madison, Wisconsin; U.S.A., 1372-1376.
- BOUYOUCOS, G.J. 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. Agronomy Journal, 4 (9): 434.
- CARTER, A.B., PALMER, R.C. and MONKHOUSE, R.A. 1987. Mapping the vulnerability of groundwater to pollution from agricultural Practice Particularly with Respect to Nitrate. Verslagen en Mededelingen Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO. No. 38, 333-347: 13 ref, 1 fig. 3 tab.
- CHRISTIANSEN, S.E., OLSEN, E.C., and WILLARDSON, L.S. 1977. Irrigation water quality evaluation. J. Irrig. and Drain. Div., ASCE, 103 (IR 2): 155-169.
- COOKE, G.W. 1986. Nitrates in surface and underground waters. Span 29, 10-11.
- COSSERAT, M., DECAU, J., PATAQCROUZET, H. and PUJOL, B. 1990. Fertigation in coarse textured soil. Effects on nitrate production and nitrite pollution nitrates. Agriculture water. International Symposium, Paris-La Defense 7-8 November 1990 [edited by Calvet, R.] 1990, 257-262; 8 ref, Paris, France. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- CUITLE, S.P. and GILL, E.K. 1991. Concentrations of nitrate in soil water following herbicide treatment of tree planting positions in an upland agroforestry system. Agroforestry System 13: 225-234. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Sayı;10.
- DEMYTTIENAERE, P., HOFFMAN, G., RONSE, D. and VAN RUYMBEKE, M. 1990. Excessive soil mineral N at harvest of field. Grown vegetables; impacts on the Nitrate Pollution of Ground and Surface Water., Laboratory of Agricultural Soil Science State University of Gent, 653 Coupure, 900 Gent, Belgique.

- DUMLU, G. 1983. Çevre sorunlarının çözümünde teknolojik ve yönetsel temel ilkelerin tanımı. Çevre Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- DUYNISVELD, W.H.M., STREBEL, O. and BÖITCHER, J. 1988. Are nitrate leaching from erable land and nitrate pollution of groundwater avoidable ? Eco. Bull. 39; 116t 125.
- ERÇOŞKUN, A. 1987. Halk Sağlığı-Çevre Sağlığı ve Gıda Maddeleri Mevzuatı. Ankara.
- EVLİYA, H. 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Sayı;10.
- FINCK, HF. 1987. Nitrate pollution of groundwater the possibilities for agriculture to adapt. Schriftenreihe-des Bundesministers für Ernährung; Landwirtschaft und Forsten. A-Angewandte Wissenschaften 1987, No.347(1), 254 pp. +app; 346 re., 14 fig., 5 maps, 51 tab., 1 app., OQEH.
- FINCK, HF., KAASE, K., MANGSTL, A., DRESCHMANN, P. and PEPPING, K. 1987. Nitrate pollution of groundwater. Agriculture's contribution to reducing nitrate pollution of groundwater. Shortened versions of Eight subsidiary investigations. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Angewandte Wissenschaften, 1987. No. 250, 15 4pp, ref, tab., fig., Maps OQEH. Munster Hiltrup, German Federal Republic Landwirtschaft Verlag GmbH.
- FOSTER, J.D., BRIDGE, L.R., GEAKE, A.K., LAWRENCE, A.R. and PARKER, J.M. 1986. The groundwater nitrate problem. Hydrogeol. Rep. 86/2, Br.Geol. Surv., Wallingford, 95 pp.
- FRESENIUS, W., QUENTIN, K.E. and SCHNEIDER, W. 1988. Water analysis. A Practical Guide to Physio-Chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance. ISBN 3-540-17723-\* Springer-Verlag Berlin, Heidelberg New York.
- GOLZ, H., HUWE, B. and PLOEG, RR-van-de. 1985. Nitrate content in pore and drainage waters of some agricultural soils of Baden Württemberg. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. 1985, 41, 505-523. 3 ref., 6 fig., 1 tab. Also Published in Zertschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 136 (2).

- GÖK, M., ÖZBEK, H. ve ÇOLAK, A.K. 1991. İçel bölgesi sera koşullarında yapılan aşırı nitrat gübrelemesinin hıyarda nitrat birikimi üzerine etkisi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 1991, 6, (3); 47-58.
- GYULA, B. and PALMAI, O. 1990. Measurement of mineral N content in the determination of spring top dressing rates for winter wheat. Kornyezetkimeb Buzatermesztesi Tanacskozás. 1990, 37-40. Szekesfehervar, Hungary; Magyar Agrortodomonji Egyesulet Fejer Megye: Szervezete, PY. 1990.
- HAKERLERLER, H. 1990. Tarım Toprakları Kirliligi. Lisans Ders Notu (Yayınlanmamış). E.Ü. Ziraat Fak. Toprak Böl. Bornova, Izmir.
- HAKTANIR, K. 1983. Çevre Kirliligi. A.Ü. Ziraat Fak. Ders Notları, Teksir No:107, s. 103.
- HANLEY, N.N. and JOHANSSON, P.O. 1990. The Economics of nitrate pollution. European Review of Agricultural Economics. 1990, 17; 2, 129-151; 40 ref., OQEH.
- HANUS, H., FAHNERT, D. and SCHOOP, P. 1989. Nitrogen fertilizing of cereals and nitrate contamination of drainage water. Toxic Substance in Agricultural Water Supply and Drainage, 2 nd Pan-American ICID Regional Conference, 1989., 305-317; 8 ref 1 fig. Dever, USA; US Committee International Commissions on Irrigation and Drainage.
- HERBERT, H., SCHOOP, D., and FAHNERT, D. 1989. Nitrogen fertilizing of cereals and nitrate contamination of drainage water. Institute of Crop Science and Plant Breeding Christian Alberts University-Kiel, F. Republic of Germany.
- HOFFMANN, S., KOVATS, A. and KISMANYOKY, T. 1989. Reducing the danger of nitrate pollution with rational N-fertilization protection of water quality from harmful emissions with special regard to nitrate and heavy metals. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium of CIEC [edited by Welte, E.; Szaboks; I.J. 1989, 171-173. Budapest, Hungary; CIEC.
- INDER PAL, S., BIJAY, S. and BALL, H.J. 1987. Indiscriminate fertilizer use Vis-A-Vi groundwater pollution in Central Punjab. Ind. Jn. of Agri. Econ. Vol. 42, No.3, July-Sept.
- JACKSON, M.L. 1967. Soil Chemical Analyses. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.

- KACAR, B. 1962. Plant and Soil Analysis. University of Nebraska College of Agriculture, Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska, U.S.A.
- KACAR, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3.
- KELLOG, C.E. 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York
- KINZELBACH, W., KAUFFMAN, C., SCHAFER, G. 1986. Strömungsaspekte des nitrat transports in den fallstudien gebieten labdengau und karlsdorf-Brushsal. Techn. Ber. Nr. 86/4 (HWV 068) Inst. für Wasserbau/Univ. Stuttgart 78 pp.
- KOVANCI, I. 1979. İç Ege Bölgesi sulama sularının bitki beslemesi açısından kimi nitelikleri ve kimyasal içerikleri üzerinde bir araştırma. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No;364 Bornova-İzmir.
- KÖSEOĞLU, T. 1992. Tarımda kullanılan gübrelerden kaynaklanan çevre sorunları. Antalya'nın Çevre Sorunları Paneli., 17-19 Aralık 1992 Antalya.
- KÜBLER, W., HÜPPE, H., JOHNEL, H. 1985. Bevertung des nitrat problems für die menschliche ernahrung landwirtsch. Fortsch., 37; 58-66.
- LOGAN, T.J., RANDALL, G.W. and TIMMONS, D.R. 1980. Nutrient content of tile drainage from cropland in the north central region. North Central Regional Research Pub. 268, Ohio Agric. Research and Development Center, Wooster, OH, 16 pp.
- LOUE, A. 1968. Diagnostic petioloire de prospection. Etudes sur la nutrition et la fertilization potassques de la vigne. Societe Commerciale des potasse d'Alcase Services Agronomiques, 31-41.
- MAGDOFF, F. 1991. Managing nitrogen for sustainable corn system; problems and possibilities. American-Journal-of Alternative-Agriculture. 1991, 6;1, 3-8; 44 ref.
- MENGEL, K. and KIRKBY, E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition, 4th Edition. International Potash Institute Bern, Switzerland.
- MUSLU, Y. 1985. Su Temini ve Çevre Sağlığı. I.T.Ü. Kütüphanesi , Sayı;1302, syf.3.

- NAGARAJAH, S., EMERSON, B.N., ABEYKOON, V., YOGALINGAM, S. 1988. Water quality of some wells in Jaffna and Kilinochchi with special reference to nitrate pollution. Central Agricultural Research Institute, Gannoruva, Paradeniya, Sri Lanka. Tropical-Agriculturist. 1988, 144, 61-78; 20 ref.
- OLSEN, S.R. and SOMMERS, E.L. 1982. Phosphorus availability indices. Phosphorus soluble in sodium bicarbonate. Methods of soils analysis part 2. Chemical and microbiological properties. Edit: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. 404-430.
- ÖTLEŞ, S. 1990. Sulardaki Nitrit ve Nitratın Önemi. Agroteknik, 1.4, 54.
- ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., KAPTAN, H. 1993. Toprak İlimi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No.73, Ders Kitapları Yayın No.:16 ADANA
- PAYNE, MR. 1989. Form waste and nitrate pollution agriculture and the environment. Proceedings of the Institution of Water and Environmental Management Annual Symposium, 1989, 27-33; 10 ref. LONDON. UK; Institution of Water and Environmental Management.
- PIZER, N.H. 1967. Some Advisory Aspects. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No.14:184.
- POWER, J.F. and SCHEDERS, J.S. 1989. Nitrate contamination of groundwater in Nort America. Agric. Ecosystems Environ., 26 : 165-187.
- PRASAD, R., THOMAS, J., GUPTA, V.U.S.R. and SINGH, J. 1983. Ammoniphilic plants for reducing water pollution. Environmental-Conservation. 1983, 1D: 3, 260-261; 7 ref., 1 fig., 2 tab.
- PRINS, W.H. and WADMAN, W.P. 1990. Management of animal manures to reduce nitrate pollution of groundwater. Nitrates Agriculture Water. International Symposium, Paris La Defense 7-8 November 1990, 313-322; 20 ref. Paris France; Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- RHOADES, S.D. 1982. Soluble Salts. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, R.H. Miller, D:R: Keeney, 167-179, Wisconsin; U.S.A.
- ROHMANN, U. and JONTHEIMER, H. 1985. Nitrat im groundwasser; ursachen, bedeutung und lösungswege. DUGM. Forschungstelle/Engler Bunte Inst., Univ. Karlsruhe, 486 pp.

- SAATÇI, F., TUNCAY, H., ALTINBAŞ, Ü. 1973. İzmir İli Balçova bölgesinde sulamada kullanılan bazı kuyu, artezyen, kaynak ve dere sularının sulama yönünden kalitelerinin tesbiti üzerine araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No. 173.
- SAATÇI, F., ALTINBAŞ, Ü., ANAÇ, D. ve VURAL, S. 1988. Melez Çayı (İzmir) içerisindeki bazı organik ve inorganik kökenli maddeler ile ağır metallerin nitelik ve nicelik dağılımları üzerine araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fak. Dergisi. Cilt, 25, No:1 syf. 137-151 İZMİR.
- SCHEPERS, J.S., FRANK, K.D., and WATTS, D.G. 1985. Influences of irrigation and nitrogen fertilization on groundwater quality. In; F.\*. Dunin, G. Mattless and R.A. Gras (Editors), Relation of groundwater quantity and quality. IAHS Press, Inst. Hydrology, Wallingford, Oxfordshire IAHS Pub. No. 146; pp. 21-32.
- SCHOFIELD, C.S. 1935. The salinity of irrigation water. Smithsonian Inst. Annual Report Vol. 1935, 1936. 275-287.
- SEYMOUR, S., LOX, G. and LOWE, P. 1992. Nitrates in water; the politics of the polluter pays principle! Sociologia-Ruralis. 1992, 32: 1, 82-103; 42 ref.
- SING, B. and SEKHON, G.S. 1976. Nitrate pollution of groundwater from nitrogen fertilizers and animal wastes in the Punjab, India. Agriculture and Environmental, Vol. 3, pp. 57-56.
- SOIL SURVEY STAFF 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook No:60 US Dept. of Agric, Washington DC.
- STANFORD, G. and HANWEY, J. 1955. 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.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. 1987. Fighth against nitrate leaching from agricultural soils. Verslagen en Mededelingen, Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO. No.38, 679-685; 12 ref., fig., 2 tab.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. 1988. How to reduce nitrogen losses in intensive grassland management. -Ecol. Bull. 39: 126-130.

- STREBEL, O., DUYNISVELD, W.H.M. and BÖTTCHER, J. 1989. Nitrate pollution of groundwater in Western Europe. *Agric. Ecosystems Environ.*, 26;189-214.
- TAKAMURA, A., TABUCHI, T. and KUBOTA, H. 1977. Behaviour and balance of applied nitrogen and phosphorus under rice field conditions. In *Proceeding international seminar on soil, environment fertil. Management in Intensive Agriculture.* (SEFMIA), Tokyo, JAPAN:
- TANOW, A., ZONEWA, M. and TRYNKOW, I. 1988. Economic assesment of agro-technical measures to prevent nitrate pollution of groundwater. *Inter Nationale Zeitschrift der Land wirtschaft.* 1988, 32; 3, 26-217; OQEH.
- THUN, R., HERMANN, R. and KNICKMANN, E. 1955. Die untersuchung von boden. Neumann Verlag. Radel beul und Berlin, s. 48.
- TSE., 1976. İçme Suları Standardı, No:266, Ankara, 16 s.
- TUNCAY, H. 1986. Su Kalitesi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Teksiri, Bornova, İZMİR.
- ULUGÜR, M. 1972. Su Mühendisliği Çağlayan Basımevi, Istanbul.
- VA'CLAV, B., VLADİMİR, P., JAROSLAV, S. and JAROSLAV, U. 1989. Impact of diffuse nitrate pollution sources on groundwater quality some examples from Czechoslovakia. *Environmental Health Perspectives Vol. 83, pp. 5-24.*
- VRIES-W-de., JF., KRAGT, A. and BREEUWSMA, A. 1987. Using soil maps to predict nitrate leaching with a regions transport model. *Verlagen en Mededelingen, Commissie voor Hydrologisch Onderzoek INO 1987, No. 38, 491-498., 10 ref., 3 fig.*
- YAHŞI, R. 1981. Su ve toprak kaynaklarının kirlenmesi ve su ürünleri genel müdürlüğünün su kirliliği ile ilgili çalışmaları. *Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri. Cilt II., Sayfa 661-679.*
- YALDIZ, O. 1991. Çiftlik gübrelerinin tarımda kullanımı ve çevre sorunu. çevre sorunu. II. Ulusal Gübre Kongresi, ANKARA.
- YURTSEVER, E. ve SÖNMEZ, B. 1992. Sulama Sularının Değerlendirilmesi. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*

Toprak ve Gübre Araştırma Enstitü Müdürlüğü. Genel Yayın  
No.:181, Teknik Yayın No.:T-63

YUSOP, MK., CLEEMPUT, O-VAN. and BEERT, L. 1984. Nitrogen  
fertilization and nitrate pollution of groundwater in sandy soils.  
Environmental Pollution, B. 1984, 7; 1, 43-48; 10 ref., 1 fig., 2 tab.

ZABUNOĞLU, S., ve KARAÇAL, İ. 1986. Çevre kirliliği ve kirleticilerin  
insan bedenine etkileri. Sempozyum Bildirileri, 6-8 Ocak 1986,  
İSTANBUL

ZABUNOĞLU, S., ve ÖNORTAY, Ş. 1991. Ticaret gübrelerinin çevre  
kirliliğine etkisi. II. Ulusal Gübre Kongresi, ANKARA.



## ÖZGEÇMİŞ

26.12.1966 yılında Uşak Eşme'de doğdum. İlk öğrenimimi Eşme Kıran Köy ilkokulunda, orta öğrenimimin bir kısmını Eşme'de bir kısmını ise İzmir'de tamamladım. 1987 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümüne girdim ve 1991 yılında mezun oldum. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladım. 1992 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Ar. Gör. olarak göreve başladım. Yüksek Lisans öğrenimimi Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalında devam ettirmekteyim.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ