

**EGE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA  
PROJE KESİN RAPORU  
EGE UNIVERSITY SCIENTIFIC  
RESEARCH PROJECT REPORT**

**PROJE NO: 2000-ZRF-008**

**AZOTLU GÜBRE UYGULAMA ZAMANI, DOZU  
VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN PROFİL BOYUNCA  
NO<sub>3</sub>-N VE NH<sub>4</sub>-N DAĞILIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

**PROJE YÖNETİCİSİ**

**Doç. Dr. Mehmet Eşref İRGET  
Prof.Dr.Bülent OKUR  
Prof.Dr. Dilek ANAÇ  
Prof.Dr. Nur OKUR  
Yrd.Doç.Dr. Sezai DELİBACAK  
Araş.Gör. Ali Rıza ONGUN  
Zir. Müh. Kerim ÖZER**

**Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü  
Faculty of Agriculture  
Department of Soil Science**

**Bornova-İZMİR  
2005**

## ÖNSÖZ

Doğal kaynakların korunumu ve bu çerçevede sürdürülebilir tarım son dönemlerde tüm dünyanın önemli bir gündem maddesini oluşturmaktadır. Sürdürülebilir veya iyi tarım uygulamalarının bileşenlerini, girdilerin ve uygulamaların başta toprak, su ve bitkisel kaynakların etkin, verimli kullanımı ve kaybının önlenmesi, çevrenin korunması, toplum sağlığı açısından gıda güvenliği ve son aşamada da gelecek kuşaklara yaşanılabilir bir doğa bırakılması oluşturmaktadır. Tarımsal etkinlikler içerisinde gübreleme önemli bir rol oynamaktadır. Geleneksel tarımda önemli bir girdi olan gübre; miktar, uygulama zamanı ve şekli iyi planlandığında ve bilinçli kullanıldığında, ürünün verim ve kalitesine olumlu yansımalar yapmaktadır. Uygulama miktarı ve zamanı açısından optimum koşulların dışına çıkıldığında ise önemli problemlere yol açabilmektedir. Bu bağlamda, gündemde olan 2 besin elementi N ve P'dur. Azotlu ve fosforlu gübrelerin yanlış ve çoğu zaman aşırı kullanımına bağlı problemler arasında su kirliliği, ötrifikasyon, gıdalarda nitrat birikimi ve global ısınma yer almaktadır. Bunlar arasında yüksek dozda N'lu gübre kullanımına bağlı olarak içme suları ve gıda ürünlerinde nitrat birikimi kamuoyunda sürekli gündemde olan bir konudur. Bu çerçevede su havzalarının korunması, organik tarım uygulamaları, objektif gübre programlarının hazırlanması ve bunlara ait yönetmeliklerin çıkarılması konunun önemi ve çözümüne yönelik çabaları yansıtmaktadır. Ayrıca günümüzde denemelerden elde edilen sonuçlardan yararlanılarak N'lu gübrelemenin olası etkisinin öngörülmesi açısından çok sayıda modelleme çalışması yapılmaktadır.

Bu çalışmada, zeytin bitkisine 5 yıl süre ile yüksek dozları da (0-2000 g N/ağaç) içerecek şekilde seçilen 6 farklı dozda N'lu gübre uygulama süreci ve sonrasında toprak profili boyunca nitrat ve amonyumun dağılımı ve bunların olası etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmaya finansal destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna ve yardımları için Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Nisan 2005, İzmir

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
ŞEKİL DİZİNİ.....	IV
ÇİZELGE DİZİNİ .....	IV
ÖZET .....	V
ABSTRACT .....	VI
1. Giriş .....	1
2. Kaynak Bildirileri .....	2
3. Araştırma Yeri, Özdek ve Yöntem .....	7
3.1. Araştırma Yeri ve Coğrafik Konum.....	7
3.2. Jeolojik Yapı .....	7
3.3. İklim .....	8
3.4. Özdek .....	9
3.5. Yöntem.....	11
4. Bulgular ve Tartışma .....	13
4.1. Deneme Alanı Toprağının Özellikleri.....	13
4.2. Azotlu Gübre Dozlarının Toprak NO <sub>3</sub> -N ve NH <sub>4</sub> -N Kapsamına Etkisi.....	18
4.3. Gübre Uygulama Zamanının Toprakta NO <sub>3</sub> -N ve NH <sub>4</sub> -N Dağılımına Etkisi.....	20
4.4. Toprak Özelliklerinin Profil Boyunca NO <sub>3</sub> -N ve NH <sub>4</sub> -N Dağılımına Etkisi.....	22
5. Sonuç .....	23
Yazınsal Kaynaklar .....	24
EKLER .....	28

## ŞEKİL DİZİNİ

- Şekil.1 Vertic Xerofluvent'i simgeleyen araştırma alanındaki 8 no'lu toprak pedonu.. 11  
Şekil.2 Deneme alanında yapılan infiltrasyon testleri ortalama değerleri kullanılarak elde edilen eklemeli su derinliği ile infiltrasyon hızı doğruları ve eşitlikleri. .... 16

## ÇİZELGE DİZİNİ

- Çizelge.1 İzmir ili Kemalpaşa ilçesi 1938-1995 yıllarına ait yağış (mm), sıcaklık (°C) ve göreceli rutubet (%) aylık gözlem ortalamaları..... 9  
Çizelge.2 Zeytin deneme alanında açılan 8 no'lu profile ait katmanlardan alınan toprak ve ana özdek örneklerinin kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri..... 14  
Çizelge.3 Araştırma alanında yapılan infiltrasyon test verilerinin ortalama değerleri... 15  
Çizelge.4 Toprakların infiltrasyon hızı değerlerinin sınıflandırılması (Kohnke,1968).. 16  
Çizelge.5 NO<sub>3</sub>-N'u için varyans analiz tablosu..... 18  
Çizelge.6 NH<sub>4</sub>-N'u için varyans analiz tablosu..... 18  
Çizelge.7 NO<sub>3</sub>-N'u, NH<sub>4</sub>-N'u ve toplam-N'un doz faktörüne göre Asgari Önemli Fark testi (LSD) sonuçları. .... 19  
Çizelge.8 NO<sub>3</sub>-N'u, NH<sub>4</sub>-N'u ve toplam-N'un yıl faktörüne göre Asgari Önemli Fark testi (LSD) sonuçları. .... 20  
Çizelge.9 Yıl ve derinliğe ayrıca yıl ve doza göre NO<sub>3</sub>-N'u, NH<sub>4</sub>-N'u ve Toplam-N ortalamaları (ppm). .... 21  
Çizelge.10 NO<sub>3</sub>-N'u, NH<sub>4</sub>-N'u ve toplam-N'un derinlik faktörüne göre Asgari Önemli Fark testi (LSD) sonuçları..... 22

## **Azotlu Gübre Uygulama Zamanı, Dozu ve Toprak zelliklerinin Profil Boyunca NO<sub>3</sub> -N ve NH<sub>4</sub>-N Dağılımları zerine Etkisi**

### **ÖZET**

Bu çalışmada, uzun yıllar artan düzeyde azotlu gübre uygulamasının profil boyunca NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u dağılımlarına etkisi incelenmiştir. Bu çerçevede kurulan bu denemede vertic özelliği nedeniyle hızlı infiltrasyona ve killi tın bünyeye sahip bir zeytin plantasyonuna 1994-1999 yılları arasında 6 yıl süre ile 6 farklı dozda (0-400-800-1200-1600-2000 g N/ağaç) ve (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> formunda azotlu gübre uygulanmıştır. 1997 ve 2001 yıllarında açılan toplam 24 adet profilden (0-180 cm) alınan toprak neklerinin NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçları, uygulama dozlarına paralel olarak profil boyunca önemli düzeyde NO<sub>3</sub>-N'u birikimi olabileceğini ortaya koymuştur. Azotlu gübre uygulamalarının kesilmesinden sonra profildeki NO<sub>3</sub>-N'nun uygulama dönemine göre önemli düzeyde düşüş gösterdiği, bununla birlikte değerlerin kontrole göre hala çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, özellikle yüksek dozda azotlu gübre uygulamalarının bitkilere toksik etki yanında, yıkanma sonucunda yer altı sularının kirlenmesine neden olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nitrat, Amonyum, Zeytin, Yıkanma, Azotlu Gübreleme

## **Effect of Nitrogen Fertilization Date, Dose and Soil Properties on Nitrate and Ammonium Distribution Pattern in a Soil Profile**

### **ABSTRACT**

In the present study, leaching and distribution pattern of nitrate and ammonium were examined in the soil profiles of an olive plantation where long term nitrogen fertilization was practiced in enhanced doses. In this regard, 6 different levels of nitrogen (0-400-800-1200-1600-2000 g N/tree) in the form ammonium sulfate was incorporated under the canopy starting from the year 1994 to 1999. The soil of the experiment had a high infiltration capacity because of vertic properties of clay loam texture. In order to study the nitrate and ammonium status of the soil, 24 profiles were dug during (1997) and after (2001) the experiment. Results showed that significant amounts of nitrate can leach if excess nitrogen used. Nitrate, if compared with the study years decreased after the termination of the experiment; however, it was still over the threshold values. It can be concluded that excess nitrogen fertilization can threaten and further contaminate the underground waters.

Key words: Nitrate, Ammonium, Olive, Leaching, Nitrogen Fertilization

## 1. Giriş

Tüm canlılar doğa içerisinde yaşamlarını denge içerisinde sürdürmektedirler. Doğa canlıların yaşam ortamını oluşturmakta ve bu uluslararası terminolojide habitat olarak tanımlanmaktadır. Bitkisel ve hayvansal (flora ve fauna) kökenli tüm canlılar habitat içindeki yaşamlarında birbirleri ile fiziksel, kimyasal ve biyolojik ilişkiler, alışverişler ve dayanışmalar içerisinde dengeli bir yaşam sürdürürler. Bu canlı topluluğu içerisinde ayrıştırıcılar, üreticiler ve tüketiciler kendi işlevlerini olumlu yönde sürdürdükleri sürece, yaşam ortamı doğal dengesini korur ve canlılar yaşamlarını denge içerisinde sürdürebilirler. Bu denge doğal afetler, değişen iklim olayları vb. nedenler ile bazen bozulsa bile, doğa kendi iç güçleri ve dayanışması ile dengeyi, kısa ya da uzun sürelerde tekrar yenileyebilir ve düzenli doğal yaşamı yeniden oluşturabilir. Bu dengenin bilinçli ya da bilinçsiz olarak bozulması, doğal kaynakların geriye dönüşümü olmayacak şekilde tüketilmesi veya kirletilmesi, yaşam ortamının bozulmaya, dengesini ve sürdürülebilirliğini yitirmeye başlaması ile sonuçlanır. Bu tür durumlarda çoğunlukla insan faktörü devreye girmektedir. İnsan etkileri devam ettiği sürece de ekolojik dengeler bozulmayı sürdürür ve sonuçta yaşam ortamı (habitat), başta insanlar olmak üzere tüm canlı yaşam için özelliklerini ve barındırıcılığını yitirir. Yaşam ortamı bozulmuş, biyolojik, ekolojik ve fiziksel özellikleri ile iç bünye desteklerini yitirmiş olan bir ortamda da canlıların doğal yaşamlarını sürdürmeleri söz konusu olamaz.

Doğal dengenin bozulmasına yol açan insan kaynaklı çok sayıda neden bulunmaktadır. Bu bağlamda, tarım arazilerinin plansız bir şekilde yerleşime açılması, orman yangınları, erozyon, evsel ve endüstriyel atıkların yeterli ve uygun şekilde arıtılmadan ırmak, göl ve denizlere boşaltılması gibi çok sayıda örnek verilebilir. Bu konuda yanlış tarımsal uygulamalar da doğal dengenin bozulması ve kaynakların elden çıkmasına neden olabilmektedir. Bu uygulamaların en önemlilerini yanlış ve gereğinden fazla ilaç, gübre ve su kullanımı yanında, yanlış ve yetersiz toprak idaresi oluşturmaktadır. Özellikle son yıllarda, daha fazla ürün elde etmek için verilen gübreler, yağışlarla ve sulama suları ile yer altı sularına, oradan da ırmak ve diğer su kaynaklarına ulaşmaktadır. Bu durum yer altı ve yer üstü sularının niteliğini düşürmekte, hatta içme sularına karışmaları durumunda insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedirler. Artan gübre kullanımı ile ilintili olarak, aralarında yüzey sularında ötrifikasyon, içme sularının kirlenmesi ve gaz emisyonu nedeniyle global ısınmanın da yer aldığı çevre ile

ilgili sorunlar nedeniyle, son yıllarda araştırmacılar bu konular üzerine yoğunlaşmaya başlamıştır. Aşırı gübre kullanımının engellenmesi, besin elementlerinin etkin kullanımı ve iyi toprak idaresi, özellikle N ve P kirliliği açısından önemli konular arasında yer almaktadır (akmak, 2002; Kraft ve Stites, 2003).

Ege bölgesinde zeytin bitkisinin beslenme durumuna yönelik yapılan çalışmalarda, incelenen bahçelerin büyük bir kısmında yaprak N değerlerinin referans değerlerin altında kaldığı saptanmıştır. Ülkemizde zeytin veriminin genelde düşüklüğü dikkate alınarak, bunda kısmen de olsa N açısından yeterli olmayan beslenmenin de rolü olabileceği düşünülerek zeytine verilecek N miktarını belirlemek amacı ile 1993-1998 yılları arasında 0-2000 g N/ağaç/yıl arasında değişen 6 farklı N dozu ile bir deneme yürütülmüştür. Bu denemede optimum düzeyin zerindeki N dozlarına da yer verilmiş olması, uygulamaların uzun dönemde toprakta N birikimi ve hareketi ile özellikle de nitratın yer altı sularına ulaşma potansiyelinin de incelenmesi gereğini ortaya çıkarmıştır. Bu çerçevede yrtlen bu çalışmada, zeytin N denemesinde gübre uygulama dönemi (1997) ve sonrasında (2001) pedon boyunca NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u dağılımı incelenmiştir. Ayrıca bu araştırmada deneme toprağının infiltrasyon hızı saptanarak, bu topraklardan drene olarak taban sularına, dolayısıyla da yer altı sularına karışacak ve onları kirletecek nitrat niceliğinin öngörülebilmesi için veri oluşturulmaya çalışılmıştır.

## **2. Kaynak Bildirişleri**

Cameron ve Haynes (1986) yıkanma ile meydana gelen N kayıpları üzerine, sezon ve iklim, toprak özellikleri, amenajman, sulama, gübre uygulamaları, organik atık uygulamaları gibi faktörlerin etkili olduğunu ve bu yolla kaybolan miktarın 2-100 kg N/ha/yıl olduğunu bildirmektedir.

Viets ve Hageman (1971) toprak, su ve bitkilerde nitrat akümülasyonunu etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Bu bağlamda çok sayıda çalışmadan yararlanılarak hazırladıkları çalışmada, toprakta nitrat birikimi, nitratın toprak profili boyunca dağılımı ve hareketi, drenaj sularındaki nitrat miktarı, kurak ve yağışlı bölge topraklarında nitrat konsantrasyonuna ilişkin çok sayıda örnek vermişlerdir.



Frissel (1978)'e göre toprağa ilave edilen azotun %10-50'si nitrifikasyon sonucu oluşan NO<sub>3</sub> şeklinde yıkanma ile kaybolmaktadır.

Toprağa uygulanan azotun, bitkiler tarafından alınan miktarından arta kalanlar, ya toprak bileşenleri tarafından adsorbe edilmekte, organik maddenin yapısına katılmakta, gaz şeklinde kaybolmakta, denitrifikasyona uğramakta veya yıkanma ile etkili kök derinliğinin altına geçmektedir (Wang ve Alva,1986)

Pratt ve ark. (1972), N uygulama dozunun bitki gereksiniminin üstünde olmadığı durumlarda, yıkanmaya uğrayacak NO<sub>3</sub> bulunmayacağını bildirmektedirler.

Gübre olarak toprağa uygulanan N'tan yıkanma şeklinde meydana gelen kayıplar yalnızca bitkiler tarafından alınabilecek N miktarını azaltmakla kalmaz aynı zamanda tarımsal ve çevresel problemlere de yol açar. Tek yıllık bitkilerde N alım etkinliği, iyi tarım uygulamaları durumunda bile %50'nin altında kalmaktadır (Baligar ve Bennett, 1986; Gillian ve ark., 1985).

Azot kullanım etkinliğinin bitki çeşidine göre değişebileceği, bu bağlamda buğdaygillerde %40-50, meyve ağaçlarında ise %20-40 oranında olabileceği belirtilmektedir (Dou ve ark.,1997).

Nitrat şeklinde yıkanma kayıpları, fazla yağış alan alanlarda ve kumlu topraklarda daha fazla meydana gelmektedir. Yağışlı mevsimlerde yağış miktarının evaporasyon değerlerini aştığı koşullarda nitrat şeklinde yıkanma kayıpları meydana gelmektedir. Yıkanma ile meydana gelen N kaybı toprak profilindeki N konsantrasyonuna ve toprak özelliklerine bağlıdır. İnfiltrasyon hızı, porozite ve permeabilitesi yüksek topraklarda hızlı ve yüksek N yıkanma kayıpları beklenebilir (Razzaque ve Hanafi, 2004).

Farklı iklim, toprak tipi ve bitki deseninde yapılan çeşitli denemelerde N'un topraktan yıkanma durumu saptanmıştır (Avnimelech ve Raveh, 1976; Baker ve Johnson, 1981; Kissel ve ark., 1974).

Işıldar ve Karakaplan (1991), Niğde-Misli ovasında artan düzeyde N'lu gübre kullanımı sonucu toprakta profil boyunca N dağılımı ve yıkanma durumunu incelemiştirler. Bu çerçevede, 2 ayrı yerde patates bitkisine 0-50-100-150-200 ve 250 kg/da Amonyum Sülfat gübresi uygulamışlardır. Vegetasyon başlangıcı ve sökülme döneminde, açılan profillerden (0-120 cm) alınan toprak örneklerinde NH<sub>4</sub>-N ve NO<sub>3</sub>-N analizleri yapmışlardır. Sökümde 60-120 cm katmanında başlangıca göre daha fazla NO<sub>3</sub>-N'u değerleri bulunmasını, azotun yıkanarak kaybolmasına yorumlamışlardır.

Razzaque ve Hanafi (2004), Malezya’da 21 ve 42 yıldır ananas yetiştiriciliği yapılan ve hiç işlenmeyen 2 bahçeden aldıkları peat toprakla laboratuvar koşullarında yıkanma ile kaybolan N’u saptamak üzere bir deneme kurmuşlardır. Bu çerçevede hazırlanan kolonlara deneme toprağı doldurularak 60 kg/da dozunda N üre formunda uygulanmış ve 28 gün boyunca yıkama yapılmıştır. Araştırma sonucunda uygulanan N’un %53-66’sının yıkanma ile kaybolduğı belirlenmiştir.

Bergström ve Brink (1986) Brink’e atfen, İsveç’te yapılan bir çalışmada, topraktan N yıkanmasının esasen yüksek yağışın olduğı, bitki örtüsünün bulunmadığı, gübre uygulama dozunun optimum değerin üzerinde olduğı koşullarda meydana geldiğini bildirmektedirler. Bu araştırmacılar tarafından 1974-1983 yılları arasında yürütölen bir denemede, 0-5-10-15-20 kg/da dozunda N, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> formunda uygulanmış ve 2 m derinliğe kadar açılan profillerden toprak örnekleri alınarak N yıkanması ve dağılımı izlenmiştir. Araştırma’da 10 kg N/da dozuna kadar yıkanmanın orta düzeyde, üstündeki dozlarda ise yıkanmanın arttığı ve 20 kg N/da dozunda, yağışlı yılda 9,1 kg NO<sub>3</sub>-N/da düzeyine ulaştığı saptanmıştır.

Gaines ve Gaines (1994) bünyenin toprakta NO<sub>3</sub> yıkanması üzerine etkisini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada 2×3 inç’lik kolonlara kum, 85:15 oranında kum:peat, kumlu tın, kumlu killi tın toprak doldurmuş ve 7 gün süre ile içerisinde 240 ppm NO<sub>3</sub>-N’u bulunan çözeltiye daldırmak suretiyle NO<sub>3</sub> ile satire etmiş, ardından 10 kez 50 ml su ile yıkayarak NO<sub>3</sub>-N’nun yıkanma ve alıkonma durumunu incelemişlerdir. Araştırma sonucunda toprak bünyesinin NO<sub>3</sub>-N’nun alıkonmasına etkide bulunduğı, bu bağlamda 119 ppm ile kumun en az, 173 ppm ile kumlu killi tın’ın ise en yüksek alıkoyma özelliğı gösterdiğini saptamışlardır.

Cameron ve Haynes (1986), Rennie ve ark., tarafından yapılan 10 yıllık bir araştırmada, bitki örtüsünün NO<sub>3</sub>’ın topraktaki hareketine etkisinin incelendiğini bildirmektedir. Bitki örtüsü olarak çayır, buğday-nadas rotasyonu ve sürekli nadasın denendiğı araştırmada, çayır örtüsü altında aşağı doğru nitrat hareketinin olmadığı, buğday-nadas rotasyonunda toprağın üst 3,6 m’lik katmanından yaklaşık 500 kg NO<sub>3</sub>-N/ha/yıl oranında taşınım olduğı, sürekli nadas sisteminde ise bu değerin 1082 kg’a ulaştığı belirlenmiştir.

Krichmann ve Begström (2001) çok sayıda araştırmadan yararlanarak derledikleri çalışmalarında, organik tarımın nitrat yıkanmasını azaltıp azaltmayacağını

incelemişlerdir. Araştırmacılar organik tarım ile geleneksel tarımda bitki deseni ve azot girdisinin farklılıklar gösterdiğini, organik tarımda ortalama N girdisinin daha düşük, baklagil rotasyonunda ise daha fazla olduğunu, bu nedenle ortalama  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u yıkanmasının bir derece daha düşük olduğunu belirtmektedirler. Bununla birlikte araştırmacılar literatür taraması sonucunda, ürün miktarının geleneksel tarımdaki kadar olması hedeflendiğinde, organik tarım uygulamalarının devreye sokulması ile nitrat yıkanmasının azaltılabileceğine ilişkin somut kanıtlar bulamadıklarını belirtmekte, nitrat yıkanmasının azaltılmasının geleneksel veya organik tarımın değil, daha ziyade uygun ve önleyici tedbirlerin alınması işi olabileceğini bildirmektedirler.

Schuman ve ark. (1975), ABD'nin Iowa eyaletinde 2 havzada mısır bitkisi yetiştirilen topraklarda 1969-1974 yılları arasında yaptıkları çalışmada, 168 ve 448 kg N/ha/yıl uygulamasının toprak profili boyunca nitrat hareketine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bir havzada 448 kg N uygulaması ile  $\text{NO}_3$ 'ın 6,1 m hareket ettiğini ve bunun da mısır bitkisinin kök bölgesinin altında 720 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u artışına yol açtığını, bu havzada önerilen N dozu olan 168 kg N/ha/yıl uygulamasında ise, kök bölgesinin altında herhangi bir  $\text{NO}_3\text{-N}$  birikimi veya taşınımı olmadığını belirlediğini rapor etmektedirler.

Izsaki ve Ivany (2005) Macaristan'da 1989-2000 yılları arasında farklı bitki rotasyonlarına yer verdikleri 11 yıllık bir denemede 0-80-160-240 kg/ha dozlarında NPK kullanımını sonucunda N bilançosu ve  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u yıkanma durumunu 4-8-11. yılda 0-300 cm derinlikten aldıkları toprak örnekleri ile incelemişlerdir. Araştırma sonucunda 80 kg dozunda N bilançosunun negatif, 160 kg dozunda yaklaşık 8 ve 11.yılda dengenin olduğu, 240 kg dozunda ise N bilançosunun artış gösterdiğini, 4.yıldan sonra 160 kg dozundan itibaren yıkanmanın başladığını, 8. yıldan sonra yıkanmanın önemli duruma geçtiğini ve en yüksek  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u birikme zonununun 140-180 cm olduğunu belirlemişlerdir.

Topraktan N'un yıkanmasında toprağın infiltrasyon gücü önemli rol oynamaktadır. Toprak yüzeyinden suyun toprak içerisine girmesi olayına infiltrasyon (sızma) denilmektedir. Toprak kuru iken hızlı olan sızma, nem düzeyi yükseldikçe azalmaya başlamakta ve zamanla sabit bir değere ulaşmaktadır. Sabit sızma değerine profilin doymuş hale gelmesi ve sızmanın, süzülme kapasitesi ile sınırlanması sonucu ulaşılmaktadır (Aydın, 1989).

İnfiltrasyon hızındaki değişmeler bütün topraklar için aynı değildir. İnfiltrasyon hızına etki eden etmenler: 1) Toprak dokusu (tekstür) 2) Toprak yapısı (stürüktür); toprak agregatlarının şekil, büyüklük ve dayanıklılıkları; 3) Gözenek büyüklük dağılımı ve geometrisi; 4) Toprağın organik madde içeriği; 5) Bitki örtüsü; 6) Kil ve diğer kolloidlerin şişme dereceleri; 7) Toprağın başlangıçtaki nem durumu; 8) Geçirimsiz katmanların varlığı; 9) Topoğrafik durum (yüzey şekli); 10) Hidrostatik yük; 11) Tutsak edilen hava miktarı, toprak sıcaklığı ve suyun viskozitesi; 12) Yüzey altı drenajının durumu; 13) Suyun darbe etkisi (yağış şiddeti) olarak sıralanabilir (Sönmez, 1980).

Tarımsal uygulamalarda infiltrasyon hızının bilinmesi büyük bir öneme sahiptir. İnfiltrasyon hızının kullanıldığı alanlar: 1) Sulama süresinin hesaplanması; 2) Uygun karık ve tava boylarının belirlenmesi; 3) Yağmurlama sistemlerinin planlanması; 4) Yüzey akışın saptanması, erozyon kontrol çalışmaları; 5) Tuzlu ve alkali toprakların ıslahı çalışmalarıdır.

İnfiltrasyon hızının ölçülmesinde tüm koşullarda uygulanabilecek genel bir yöntem yoktur. İnfiltrasyon hızını saptamada kullanılan belli başlı yöntemler: 1) Tek silindir infiltrometre yöntemi; 2) Çift silindir infiltrometre yöntemi; 3) Karık yöntemi; 4) Karık infiltrometre yöntemi; 5) Tava yöntemi; 6) Yağmurlama yöntemi; 7) Laboratuvar yöntemleridir.

Arazide yapılan infiltrasyon testleri sonucu elde edilen veriler kullanılarak grafik oluşturulur ve infiltrasyon denklemleri çıkarılır. Grafikteki doğrulardan birisi eklemeli su derinliğini, diğeri de infiltrasyon hızını verir. İnfiltrasyon denklemi  $I = Kt^{-n}$  ; eklemeli su derinliği denklemi de  $D = k.t^m$  olarak gösterilmektedir (Yeşilsoy ve Aydın, 1995). Denklemlerde;

$I$  = Herhangi bir zamandaki infiltrasyon hızı (cm/saat)

$D$  = Eklemeli su derinliği (cm)

$K, k$  = birer katsayıdır

$t$  = Zaman (dakika)

$n, m$  = İlgili doğruların eğimidir

Güneydoğu Anadolu bölgesi topraklarının infiltrasyon özellikleri konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Harran ovası topraklarının infiltrasyon hızları, Karaata (1984), Yıldırım ve Selenay (1986), Erşahin (1990) tarafından araştırılmıştır. Yeşilsoy ve ark.

(1991), Harran Ovasındaki yaygın toprak serilerinin alkalileşme eğilimi ile infiltrasyon hızı ilişkilerini saptamışlardır.

Şanlıurfa ovaları Hilvan sulama proje sahası toprak serilerinde en yüksek infiltrasyon hızı Buğur, en düşük infiltrasyon hızı ise Hilvan serisinde ortaya çıkmıştır (Köy Hizmetleri Gen. Müd., 1992).

### **3. Araştırma Yeri, Özdek ve Yöntem**

#### *3.1. Araştırma Yeri ve Coğrafik Konum*

Araştırma alanı, Kemalpaşa ilçesinin kuzeyinde bulunan Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'ne bağlı Zeytincilik Araştırma İstasyonu içerisinde yer almaktadır. İzmir il sınırlarının doğusunda yer alan Kemalpaşa yerleşim birimi İzmir'e 29 km uzaklıkta bulunan bir ilçedir. Yüzölçümü 659 km<sup>2</sup> olan ilçenin batı yönünde İzmir, kuzeyinde Manisa, kuzeydoğusunda Turgutlu, güneyinde ise Torbalı ilçesi konumlanmıştır.

Proje alanı graben oluşumlu Kemalpaşa ovasındadır. Ovanın ortasında Nif çayı yataklanır ve Veziroğlu yöresinde Gediz ırmağına ulaşır. Bu arada Çiçekli ve Yiğitler çayları da ovadın akarak Gediz ırmağına dökülürler. Kemalpaşa ovasının denizden ortalama yüksekliği 80-150 m arasındadır ve değişik drenaj ağlarını yoğun bir biçimde içerir.

#### *3.2. Jeolojik Yapı*

Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı Kemalpaşa Ovası ve çevresi; metamorfik dağlık kütle ile 4. jeolojik süreçte oluşmuş alüvyonlu ova olarak şekillenmiştir. Ova, Küçük Menderes ile İzmir Havzası arasında kalan bir grabendir. Güneydoğu yönünde konumlanan ve yörenin en yüksek doruk noktalarını oluşturan Bozdağ, metamorfizma sonucu oluşmuş gnays, şist ve mermerleri içerir.

Geç Kretase-Paleosen arasında çökelmiş filiş türü kayalar ile içeriklerinde alloktan özellikli kireç taşları yer alır. Bunlar neojen yaşlı tortulları uyumsuz bir şekilde örterler. Kuaterner yaşlı alüvyonel çökeller Kemalpaşa ovasının temelini oluşturur.

Kuaterner jeolojik yaşlı alüvyonel çökeller; çakıllı, kumlu, gevşek yapıdaki neojen karasal sedimentler ile miosenin klastik serisi içerisinde tanımlanırlar. Alüvyon

şeklindeki birikintiler ovanın çevresinde şekillenen dağlardan yüzeysel akış, kuru dere, dere, çay ve ırmağın sürükleyerek ve dispers bir şekilde taşıdığı ögelerin tortullaşmasından oluşmuş, detritik-mekaniksel çökelmelerdir. Bunlar çakıldan kil boyutuna kadar değişik boyut iriliği içerirler ve genelde yuvarlak, yarı yuvarlak ve yer yer yarı köşelidirler.

Araştırma alanının da içerisinde bulunduğu, Kemalpaşa yöresinin çevresini saran ve kuzey-güney yönünde konumlanan dağların etekleri ile ovayı etkisi altında bulunduran havzanın büyük bir bölümünü oluşturan neojen karasal sedimentleri, aşınım ve taşınımına karşı dayanıksız olduklarından, kolayca taşınarak ovanın jeolojik özdeğini oluşturmuşlardır.

Kemalpaşa çevresinde konumlanan dağlardaki yan derelerin taşıdığı sedimentler, ovayı oluşturan graben içinde birikerek alüvyum ana özdeğini oluşturmuşlardır. Alüvyum özdeklerin Kuaternerde oluşumları ile alüvyum içerisinde saptanan omurgalı fosiller, alüvyumların Orta Pleistone ait olduğunu işaret etmişler, Bornova Ovası ve Kemalpaşa yöresinin Akhisar çöküntüsü içinde yer aldığını göstermişlerdir.

Araştırma alanı, jeolojik zaman sürecine göre Mesozoik sonunda, tabanda Menderes masifine ait kristalin şistler üzerinde uyumsuz olarak kireçtaşları ve flişlerin çökmesiyle oluşmuştur. Bölge temelde Miosen'de tatlı su ortamında, gölsel çökelim alanı konumunda şekillenmiştir (Üstünbaş, 1984).

### 3.3. İklim

Kemalpaşa ovası makroklima iklim tipleri bakımından Akdeniz iklim tipinin özelliklerini göstermektedir. Bu iklim tipinin temel özelliği yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlıdır. Sıcak süreçler tropikal, soğuk süreçler ise polar kökenli hava kütleleri etkisindedir.

Bölgenin topoğrafik konumundan dolayı yörenin iklim özelliği, İzmir iline göre biraz daha serttir. Sıcaklık İzmir'den 2-5 °C daha ayrımlı bir görünüm sergiler. Yörede kar, don vb. meteorolojik olaylara çok az rastlanılmakla beraber kısa süreli kar yağışları saptanabilir. Esen etkin rüzgar yönü, aylık ortalamalar dikkate alındığında güneydoğudur. Ortalama yıllık yağış 1064,97 mm'dir. Uzun yıllar ortalamasına göre en düşük sıcaklık 7,66 °C ve en yüksek sıcaklık 26,20 °C, ortalama sıcaklık ise 16,30 °C

dir. Yıllık görel rutubet en yüksek Aralık ayı %74,00, en düşük Ağustos ayı %45,00, yıllık ortalaması ise %58,39'dur (Çizelge.1).

Çizelge.1 İzmir ili Kemalpaşa ilçesi 1938-1995 yıllarına ait yağış (mm), sıcaklık (°C) ve görel rutubet (%) aylık gözlem ortalamaları.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Yağış (mm)	238,10	134,03	170,20	67,23	39,16	11,56
Sıcaklık (°C)	7,66	9,16	10,30	14,30	19,56	24,60
Görel Rutubet (%)	72,66	68,50	65,00	53,00	53,66	48,86
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Yağış (mm)	9,93	3,86	17,00	34,06	123,13	216,71
Sıcaklık (°C)	26,13	26,20	22,50	15,75	10,80	8,66
Görel Rutubet (%)	45,10	45,00	48,00	58,56	68,33	74,00

Kemalpaşa Meteoroloji İstasyonunun 1996 yılında kapatılması nedeniyle daha sonraki yıllara ait ölçüm sonuçları alınamamıştır.

### 3.4. Özdek

Araştırma özdeğini, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Kemalpaşa Araştırma İstasyonu Zeytin Deneme İstasyonu'nda açılan, 24 pedonun ayrımlı horizon ve tabakalarından alınan toplam 144 adet ana özdek ve toprak örneği oluşturmaktadır. Örnekleme sürecinde toprak ve çevreye ait eğim, bitki örtüsü, taşlılık, kayalılık, ana özdek, vb. kimi doğal özellikler aşağıda tanımlandığı gibi arazi etütleri sürecinde belirlendi. Pedonlar, farklı azotlu gübre uygulamalarının yapıldığı ve nitrat yıkanmasının incelendiği zeytin bahçesinde yakın aralıklarla açıldığı ve benzer oldukları için, içlerinden sadece 8 no'lu pedonun tanımlaması aşağıda verilmiştir.

Pedon no : 8

Yeri : Zeytincilik Araştırma Enstitüsü İstasyonu , Kemalpaşa

Arazi tipi : Vadi

Rölyef : Alüviyal düzlük

Arazi şekli : Doğrusal , düz-düze yakın

Ana özdek : Alüviyal depozitler (Alüviyum)

Erozyon sınıfı : 1

Taşlılık sınıfı : 1

Kayalık sınıfı : 1

Drenaj durumu : Orta

Arazi kullanım şekli : Sulu tarım

Bitki örtüsü : Zeytin (*Olea Europaea L.*)  
Arazi kullanım yetenek sınıfı : IIs  
Sıra : Entisol  
Alt sıra : Fluvent  
Büyük grup : Xerofluvent  
Alt grup : Vertic Xerofluvent

Katmanlar ve derinlikleri	Pedon tanımlamaları
Ap (0-18)	Kuru iken sarımsı kahverengi (10 YR 5/4), ıslak iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4); killi tın; ıslak iken çok yapışkan, çok plastik, kuru iken çok sert, kuvvetli, büyük, granüler; yoğun ince saçak kökleri; belirgin, düz sınır; HCI ile çok kuvvetli köpürme.
C <sub>1</sub> (18-59)	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3), ıslak iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4); killi tın; orta, büyük, köşeli blok; ıslak iken çok yapışkan, çok plastik; kuru iken sert; orta yoğunlukta kökleri; az belirgin, geçişli sınır; HCI ile çok kuvvetli köpürme.
C <sub>2</sub> (59-84)	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3), ıslak iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4); killi tın; kuvvetli, büyük, köşeli blok; ıslak iken çok yapışkan, çok plastik; kuru iken sert; az yoğunlukta zeytin kökleri, az belirgin, geçişli sınır; HCI ile çok kuvvetli köpürme.
C <sub>3</sub> (84-117)	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3), ıslak iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4); killi tın; kuvvetli, büyük, köşeli blok; ıslak iken çok yapışkan, çok plastik; kuru iken çok sert; az belirgin, geçişli sınır; HCI ile çok kuvvetli köpürme.
C <sub>4</sub> (117-148)	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3), ıslak iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4); kumlu kil; kuvvetli, orta, köşeli blok; ıslak iken yapışkan, plastik; kuru iken çok sert; yoğun; 0,5-5 cm boyutlarında karışık kökenli çakıllar; HCI ile çok şiddetli köpürme.
C <sub>5</sub> (148-180)	Kuru iken kahverengi (10 YR 5/3), ıslak iken koyu sarımsı kahverengi (10 YR 4/4) kumlu killi tın; orta, köşeli blok; ıslak iken az yapışkan, az plastik; kuru iken sert; orta yoğunlukta 0,2-2 cm boyutlarında karışık kökenli çakıllar; HCI ile çok şiddetli köpürme.

Araştırma alanı toprakları, yüzeysel su, gravitasyon ve buzul hareketleri sonucu 4. Jeolojik zamanda oluşmuş ana özdekler üzerindeki topraklardır. Derin solumlu, A/C horizon sıralaması içeren topraklardır. Yörenin Xeric toprak nem rejimi içermesi nedeniyle bu topraklar Xerofluvent büyük grubuna, yazın kurduğunda çatlakların oluşmasına neden olan montmorillonit kil minerali tipini başat olarak içermesi nedeniyle de, Vertic Xerofluvent alt grubuna (Şekil.1) girmektedirler (Soil Survey Staff, 1994).





Şekil.1 Vertic Xerofluvent'i simgeleyen araştırma alanındaki 8 no'lu toprak pedonu

### 3.5. Yöntem

**Denemenin kurulması ve yürütülmesi:** Deneme, Zeytincilik Araştırma Enstitüsünün İzmir-Kemalpaşa'da bulunan deneme istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekrarlamalı ve her tekrarda 2 ağaç olacak şekilde planlanmış ve yürütülmüştür. Denemede 25-30 yaşındaki Memecik çeşidi zeytinlere 1994-1998 yılları arasında toplam 5 yıl süre ile 6 farklı dozda (0-400-800-1200-1600-2000 gr N/ağaç/yıl) N'lu gübre uygulanmıştır. Denemede N formu olarak  $(NH_4)_2SO_4$  kullanılmıştır. Ayrıca deneme süresince kontrol dahil olmak üzere

tüm konulara sabit dozda ve TSP formunda 400 gr P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ağaç/yıl ve K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> formunda olmak üzere 500 gr K<sub>2</sub>O/ağaç/yıl gübreleme yapılmıştır. Gübre uygulamaları her yılın şubat sonu-mart başında, ağaçların taç izdüşümüne gelecek şekilde dört yanına pullukla açılan çizilere yapılmıştır.

Denemede 1.si 14 Ekim 1997; 2. ise 2 Kasım 2001 yılı olmak üzere toplam 2 kez; 2. ve 4. bloklarda yer alan her konu için bir olmak üzere kepçe ile açılan toplam 24 adet profilden (0-180 cm) toprak örnekleri alınmıştır.

Profilardan alınan ve laboratuvara getirilen nemli örnekler NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> analizleri için 5 mm'lik elekten elenmiştir. 0,1 N CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O+1.0 N NaCl ile ekstrakte edilen örneklerde NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> analizleri spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Örneklerde aynı zamanda nem tayini yapılmış ve sonuçlar kuru toprak üzerinden hesaplanmıştır (Kandeler ve Gerber, 1988; Scharpf ve Wehrmann, 1976).

Nitrat ve amonyum analizleri tamamlandıktan sonra toprak örnekleri laboratuvar koşullarında hava kurusu durumuna getirildi ve 2 mm lik elekten elendi. Toprak örneklerinin bünye analizi hidrometrik yöntemle (Bouyoucos, 1962); hacim ağırlık (Black, 1965); özgül ağırlık, toplam boşluk, nem, su ile dolu boşluk hacmi, hava ile dolu boşluk hacmi, tarla kapasitesi, solma noktası, yarayışlı su (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954); suda çözünebilir toplam tuz içerikleri, su ile doygun toprak macununda elektriksel direnç ölçülerek (U.S. Soil Survey Staff, 1951); pH, su ile doygun hale getirilmiş toprakta cam elektrodlu pH metre ile (Jackson, 1967); CaCO<sub>3</sub> nicelikleri Scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume, 1996); organik madde, yaş yakma yöntemiyle saptanan % organik-C niceliğinin 1,724 faktörü ile çarpılarak (Rauterberg ve Kremkus, 1951); toplam N, Modifiye Kjeldahl yöntemi uygulanarak (Bremner, 1965); kation değişim kapasitesi, toprak örneklerinin NaOAc ile doyurma ve NH<sub>4</sub>OAc ile ekstraksiyon sonrası Na<sup>+</sup>un flame fotometrede ölçülmesi ile belirlendi (Jackson, 1967).

Zeytin deneme alanı toprağının infiltrasyon testleri çift silindir infiltrometre kullanılarak yapıldı (Bouwer, 1986). Elde edilen veriler kullanılarak bilgisayarda çizilen grafiklerden eklemeli su derinliği (D) ve infiltrasyon hızı (I) denklemleri bulundu.

Elde edilen veriler TARİST İstatistik paket programı ile değerlendirildi (Açıkgöz vd., 1993).

## 4.Bulgular ve Tartışma

### 4.1.Deneme Alanı Toprağının Özellikleri

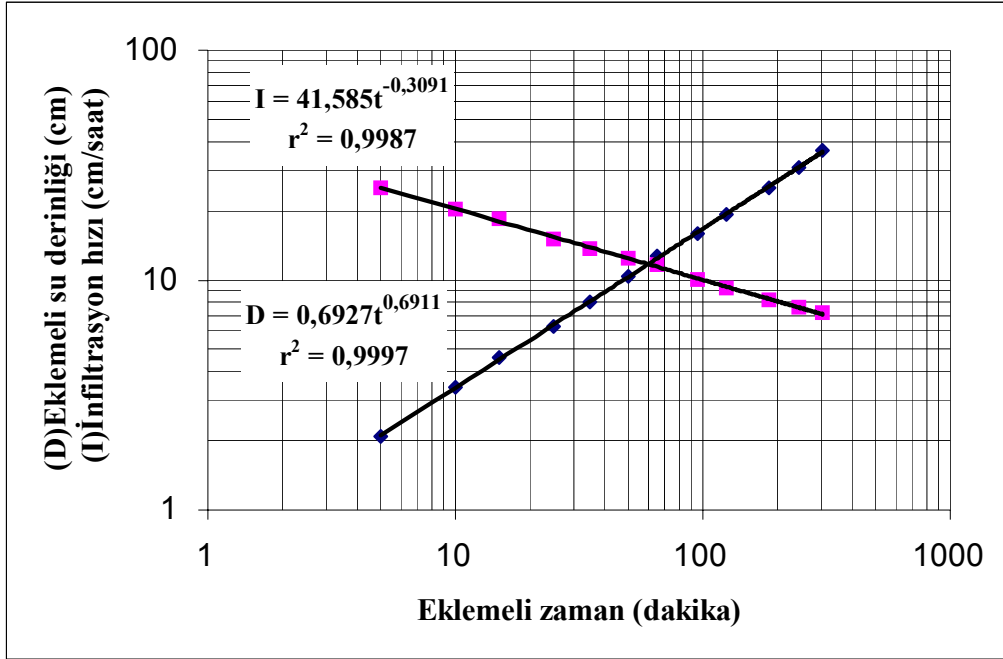
Vertic Xerofluvent alt grubuna yerleştirilen araştırma topraklarından 8 no'lu pedondan alınan toprak örneklerinin laboratuvar çözümlene verilerine göre (Çizelge.2), hacim ağırlık 1,40-1,81 g/cm<sup>3</sup> arasında; özgül ağırlık 2,54-2,63 g/cm<sup>3</sup> arasında; toplam boşluk hacmi (porozite) %30,65-45,31 aralığında; tarla kapasitesi %18,13-28,20 arasında; solma noktası %12,57-19,91 arasında; yararlı su %5,56-10,35 arasında; toprak tepkimesi (pH) 7,60-7,74 sınırlarında hafif bazik; kireç (CaCO<sub>3</sub>), %5,13-18,66 orta kireçli-çok kireçli; suda çözünebilir toplam tuz %0,046-0,083 sınıf:0 yani tuzsuz topraklar; organik madde %0,026-0,722, humusça fakir; KDK 18,82-29,65 me/100g; sınırlarında saptanmıştır. Araştırma alanında yapılan infiltrasyon test verilerinin ortalama değerleri Çizelge.3'de verilmiştir.

Çizelge.2 Zeytin deneme alanında açılan 8 no'lu profile ait katmanlardan alınan toprak ve ana özdek örneklerinin kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri

Katman ve derinlik (cm)	Tane irilik dağılımı (%)			Bünye	Hacim ağırlık g/cm <sup>3</sup>	Özgül ağırlık g/cm <sup>3</sup>	Top. boşluk %	Tarla kap. %	Solma nok. %	Yararlı su %	pH	Kireç %	Tuz %	Org. Mad. %	KDK me/100 g toprak
	Kum	Mil	Kil												
Ap (0-18)	40	30	30	Killi tın	1,40	2,56	45,31	24,80	15,61	9,19	7,60	7,15	0,083	0,722	28,24
C <sub>1</sub> (18-59)	40	28	32	Killi tın	1,58	2,54	37,79	23,87	16,75	7,12	7,65	7,17	0,056	0,616	28,24
C <sub>2</sub> (59-84)	42	24	34	Killi tın	1,58	2,60	39,23	26,89	19,18	7,71	7,60	5,13	0,065	0,439	28,73
C <sub>3</sub> (84-117)	42	24	34	Killi tın	1,72	2,58	33,33	27,52	19,91	7,61	7,61	5,22	0,065	0,422	28,73
C <sub>4</sub> (117-148)	46	18	36	Kumlu kil	1,75	2,63	33,46	28,20	17,85	10,35	7,69	12,86	0,062	0,155	29,65
C <sub>5</sub> (148-180)	50	24	26	Kumlu killi tın	1,77	2,60	31,91	20,72	14,24	6,48	7,72	16,53	0,058	0,052	22,79
C <sub>6</sub> (180+)	70	12	18	Kumlu tın	1,81	2,61	30,65	18,13	12,57	5,56	7,74	18,66	0,046	0,026	18,82

Çizelge.3 Araştırma alanında yapılan infiltrasyon test verilerinin ortalama değerleri.

İnfiltrometreye su ekleme zamanı (saat)	Okuma zamanı (saat)	Gözlem süresi		Başlangıç noktasına olan uzaklık (cm)	İki okuma arasında toprağın su alımı		Eklemeli su alımı	
		Okumalar arası geçen süre (dk)	Eklemeli zaman (dk)		Su derinliği (cm)	Su alma hızı (cm/saat)	Eklemeli su derinliği (cm)	İnfiltrasyon hızı (cm/saat)
9:01	9:06	5	5	2,1	2,1	25,2	2,1	25,20
	9:11	5	10	3,4	1,3	15,6	3,4	20,40
	9:16	5	15	4,6	1,2	14,4	4,6	18,40
	9:26	10	25	6,3	1,7	10,2	6,3	15,12
	9:36	10	35	8,0	1,7	10,2	8,0	13,71
9:51	9:51	15	50	10,4	2,4	9,6	10,4	12,48
	10:06	15	65	2,3	2,3	9,2	12,7	11,72
	10:36	30	95	5,6	3,3	6,6	16,0	10,10
11:06	11:06	30	125	8,8	3,2	6,4	19,2	9,21
12:06	12:06	60	185	6,0	6,0	6,0	25,2	8,17
13:06	13:06	60	245	5,8	5,8	5,8	31,0	7,59
	14:06	60	305	5,8	5,8	5,8	36,8	7,23



Şekil.2 Deneme alanında yapılan infiltrasyon testleri ortalama değerleri kullanılarak elde edilen eklemeli su derinliği ile infiltrasyon hızı doğruları ve eşitlikleri.

Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Araştırma İstasyonu'ndaki zeytin deneme bahçesi toprağında yapılan infiltrasyon testleri sonuçlarının ortalama değerlerine göre saptanan infiltrasyon hızı eşitliği  $I=41,585t^{-0,3091}$ , eklemeli su derinliği eşitliği  $D=0,6927t^{0,6911}$  olarak saptandı (Şekil.2). İnfiltrasyon hızı eşitliği kullanılarak bulunan deneme alanı infiltrasyon hızı değeri 11,73 cm/saat olarak belirlendi. Konhke (1968)'ye göre toprakların infiltrasyon hızına göre sınıflandırılmaları Çizelge.4'de verilmiştir.

Çizelge.4 Toprakların infiltrasyon hızı değerlerinin sınıflandırılması (Kohnke,1968).

İnfiltrasyon sınıfı	I=İnfiltrasyon hızı (cm/saat)
Çok yavaş	<0,1
Yavaş	0,1-0,5
Oldukça yavaş	0,5-2,0
Orta	2,0-6,3
Oldukça hızlı	6,3-12,7
Hızlı	12,7-25,4
Çok Hızlı	25,4<

Çizelge.4'deki değerlendirmeye göre araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızları oldukça hızlı olarak saptandı.

Erşahin(1990), Harran ovasında yer alan yaygın ve önemli olan 6 toprak serisinde infiltrasyon testleri yapmıştır. Araştırma konusu toprakların infiltrasyon hızlarının yüksek olduğunu bulmuş, infiltrasyon hızlarını 21,31cm/saat ile 1,07cm/saat arasında saptamıştır. En yüksek infiltrasyon hızının Sırrın serisi topraklarında belirlendiğini, bunu sırasıyla Harran, Kıyas, Akçakale, Gürgelen ve Cepkenli toprak serilerinin izlediğini bildirmiştir. Toprakların yüksek kil içeriklerine rağmen infiltrasyon hızlarının yüksek bulunması, toprakların mikro yapısına bağlanmış; Cepkenli serisinin infiltrasyon hızının diğer toprak serilerinininkinden daha düşük olmasının ise, Değişebilir Sodyum Yüzdesi (ESP) değerinin yüksek olmasından ileri gelebileceği belirtilmiştir.

Gediz Deltası topraklarında yapılan bir araştırmada, delta topraklarının infiltrasyon hızlarının 1,33-24,71 cm/saat sınır değerleri arasında değişim gösterdiği, bu değerlere göre, araştırma yöresi topraklarının infiltrasyon hızlarının orta yavaş ile hızlı arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak, delta toprakları üzerinde yapılan tüm uygulamalar (gübreleme, ilaçlama, atık kullanımı, sulama vd), sonucu toprağa ulaşacak her türlü bitki besin maddesi ile iz element ve ağır metallerin, toprak içerisinde kolayca sızarak yeraltı suları ile lagünlere karışabileceği ve onları kirletebileceği bildirilmiştir (Delibacak ve Okur, 2000).

Doğal dengenin bozulmasına, canlıların yaşam ortamlarının kötüleşmesine yol açan en önemli nedenlerden biri de gereğinden fazla gübre kullanımıdır. Bu gübrelerin yıkanarak yer üstü ya da yer altı sularına karışması toprağın infiltrasyon hızı ile de ilgilidir.

Araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızı eşitliklerinin saptanması, bu topraklardan taban sularına ya da yer altı sularına NO<sub>3</sub> iyonlarının yıkanmasının yavaş ya da hızlı olmasını belirlemede yardımcı olabilmektedir. Ayrıca araştırma alanı topraklarının sulanmasında ve ıslah çalışmalarında verilmesi gereken su niceliğinin hesaplanmasında elde edilen infiltrasyon hızı ve yağışlı su derinliği eşitliklerinden yararlanılabilir. Araştırma alanı topraklarının infiltrasyon hızları oldukça hızlı olarak saptanmıştır. Buna göre yapılacak yüksek dozda azotlu gübreleme uygulamalarında,

araştırma alanı topraklarından NO<sub>3</sub>'ün kolaylıkla yıkanma ve yer altı sularını kirletme olasılığının yüksek olduğu söylenebilir.

#### 4.2. Azotlu Gübre Dozlarının Toprak NO<sub>3</sub>-N'ü ve NH<sub>4</sub>-N'ü Kapsamına Etkisi

Araştırmada uygulanan 6 farklı N dozunun (0-400-800-1200-1600-2000 g N/ağaç/yıl) toprağın NO<sub>3</sub>-N'ü ve NH<sub>4</sub>-N'ü kapsamı arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmaktadır (Çizelge.5 ve 6).

Çizelge.5 NO<sub>3</sub>-N'ü için varyans analiz tablosu.

Faktör A: Yıl, Faktör B: Doz, Faktör C: Derinlik						
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F	Tablo Değeri	
					%5	%1
Tekerrür	1	1,893	1,893	0,049öd	3,985	7,038
Faktör A	1	252183,915	252183,915	6503,318**	3,985	7,038
Faktör B	5	466110,208	93222,042	2404,010**	2,355	3,309
A×B	5	310768,437	62153,687	1602,819**	2,355	3,309
Faktör C	5	65224,176	13044,835	336,400**	2,355	3,309
A×C	55	136516,029	27303,206	704,095**	2,355	3,309
B×C	25	150054,804	6002,192	154,785**	1,699	1,750
A×B×C	25	209173,526	8366,941	215,767**	1,699	1,750
Hata	71	2753,219	38,778			
Genel	143	1592786,205	11138,365			

Çizelge.6 NH<sub>4</sub>-N'ü için varyans analiz tablosu.

Faktör A: Yıl, Faktör B: Doz, Faktör C: Derinlik						
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F	Tablo Değeri	
					%5	%1
Tekerrür	1	46,048	46,048	3,103öd	3,985	7,038
Faktör A	1	1320,414	1320,414	88,964**	3,985	7,038
Faktör B	5	15430,292	3086,058	207,927**	2,355	3,309
A×B	5	1343,615	268,723	18,106**	2,355	3,309
Faktör C	5	4235,485	847,097	57,074**	2,355	3,309
A×C	55	1243,093	248,619	16,751**	2,355	3,309
B×C	25	3567,802	142,712	9,615**	1,699	1,750
A×B×C	25	3035,146	121,402	8,180**	1,699	1,750
Hata	71	1053,786	14,842			
Genel	143	31275,580	218,710			



Bu bağlamda profil derinliği ve örnekleme zamanı (yıl) dikkate alınmadan uygulama dozlarının toprakta NO<sub>3</sub>-N ve NH<sub>4</sub>-N birikimi ve dağılımı incelendiğinde uygulama dozlarının artışına paralel olarak her iki formda da doğrusal artışlar olduğu izlenmektedir (Çizelge.7).

Çizelge.7 NO<sub>3</sub>-N'u, NH<sub>4</sub>-N'u ve toplam-N'un doz faktörüne göre Asgari Önemli Fark testi (LSD) sonuçları.

Doz	NO <sub>3</sub> -N		NH <sub>4</sub> -N		Toplam-N	
N <sub>0</sub>	5,404	e	6,904	f	12,308	e
N <sub>1</sub>	9,538	e	21,055	e	30,593	d
N <sub>2</sub>	34,211	d	27,071	d	61,282	c
N <sub>3</sub>	60,594	c	30,717	c	91,310	b
N <sub>4</sub>	75,947	b	34,712	b	93,992	b
N <sub>5</sub>	175,194	a	38,489	a	213,683	A
	LSD <sub>0,01</sub> : 4,758		LSD <sub>0,01</sub> : 2,944		LSD <sub>0,01</sub> : 5,732	

Bu bağlamda kontrol (N<sub>0</sub>) uygulamasında profil ortalaması olarak toprağın NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u kapsamı sırası ile 5,40 ve 6,90 ppm iken bu değer doğrusal artış gösterek N<sub>5</sub> (2000 g N/ağaç/yıl) dozunda ortalama olarak 175,19 ppm'e çıktığı gözlenmektedir. Çizelge 5 ve 6'da verilen varyans analiz tablosundan dan da izleneceği üzere NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u açısından toprak örneği alınma dönemleri (zaman) açısından da önemli farklılıklar bulunmaktadır. Yukarıda uygulama dozlarına ilişkin verilen değerler verilerin ortalama değerleri olup, zaman ve profil derinliği dikkate alınmamıştır. Bununla birlikte, özellikle 1997 yılı dikkate alınarak, uygulama dozlarının profil boyunca NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u kapsamı üzerine etkisi ayrıntılı incelendiğinde (Ek-3), kontrol ile özellikle N<sub>4</sub> ve N<sub>5</sub> arasındaki farkın çok daha yüksek olduğu izlenmektedir. Buna göre, kontrol uygulamasında profil boyunca NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u kapsamı sırası ile 1,25-12,38 ve 4,00-10,70 ppm değerleri arasında değişirken, N<sub>6</sub> uygulamasında bu değerlerin 112,5-565,25 ve 24,50-44,75 ppm arasında değiştiği izlenmektedir.

Özellikle NO<sub>3</sub>-N'u açısından bu fark çok büyüktür. Bu bağlamda denemenin 3.yılından sonra özellikle N<sub>4</sub> (1600 g N/ağaç) ve N<sub>5</sub> dozlarında zeytin ağaçlarında toksisite belirtilerinin görülmesi, kısmen veya tamamen kurumaların görülmesi toprakta aşırı N birikimine yanıt sayılabilir. Haynes (1986), NH<sub>4</sub> toksitesi zararı ile toprağın

sınırlı bir bölgesine banda susuz amonyak veya amonyumlu gübreler verildiğinde karşılaştığını bildirmektedir. Ülkemiz gibi Akdenize kıyısı olan İspanya’da, 15-50 yaşındaki zeytin ağaçlarına 600-800 g N/ ağaç gübre uygulandığı belirtilmektedir (IFA, 1992). Denemede yüksek dozlarda yapılan N uygulamalarının ağaçlarda toksisite belirtilerine yol açması, bunun yanında toprakta önemli düzeyde nitrat birikimi ve bununda yer altı suları için kirlenme riski oluşturması, N’lu gübre uygulamalarında, doz seçiminin dikkatli yapılması gerekliliğine işaret etmektedir.

Ülkemizde ve yurtdışında yapılan çalışmalarda normal tarım topraklarında elde edilen sonuçlar, denemede kontrol ve düşük dozlarda N ( $N_0$  ve  $N_1$ ) uygulamalarından elde edilen değerlerle paralellik göstermektedir (Kovancı,1969; Viets ve Hageman,1971; Usta, 1983; Sağlam, 1976; Alvarez ve ark., 2001).

#### 4.3.Gübre Uygulama Zamanının Toprakta $NO_3-N$ ’u ve $NH_4-N$ ’u Dağılımına Etkisi

Yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucunda, gübre uygulama zamanına ve toprak örneklerinin alınma zamanlarına bağlı olarak,  $NO_3-N$ ’u ve  $NH_4-N$ ’unun hem dönemsel hemde topraktaki dağılım açısından önemli farklar bulunmaktadır (Çizelge.8 ve 9).

Çizelge.8  $NO_3-N$ ’u,  $NH_4-N$ ’u ve toplam-N’un yıl faktörüne göre Asgari Önemli Fark testi (LSD) sonuçları.

Yıl	$NO_3-N$	$NH_4-N$	Toplam-N
1997	104,774 a	29,519 a	128,738 a
2001	15,522 b	23,463 b	38,985 b
	LSD <sub>0,01</sub> : 2,747	LSD <sub>0,01</sub> : 1,700	LSD <sub>0,01</sub> : 3,310

Çizelge.9 Yıl ve derinliğe ayrıca yıl ve doza göre NO<sub>3</sub>-N'u, NH<sub>4</sub>-N'u ve Toplam-N ortalamaları (ppm).

Kombinasyon	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Toplam-N	Kombinasyon	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Toplam-N	
Yıl*Derinlik				Yıl*Doz				
1*1	46,042	28,275	74,317	1*0	6,771	7,033	13,804	
1*2	52,521	31,800	84,321	1*1	11,082	22,725	33,807	
1*3	89,479	40,667	130,146	1*2	56,313	27,983	84,296	
1*4	145,042	35,992	181,033	1*3	108,750	34,250	143,000	
1*5	221,332	25,283	213,282	1*4	132,500	37,225	136,392	
1*6	74,229	15,100	89,329	1*5	313,229	47,900	361,129	
2*1	39,321	22,800	62,121	2*0	4,038	6,775	10,813	
2*2	27,937	23,605	51,542	2*1	7,994	19,385	27,379	
2*3	12,458	26,384	38,842	2*2	12,110	26,158	38,268	
2*4	6,468	28,207	34,675	2*3	12,437	27,183	39,621	
2*5	3,723	19,268	22,991	2*4	19,393	32,199	51,593	
2*6	3,225	20,516	23,741	2*5	37,159	29,078	66,238	
Yıl 1:1997	Derinlik 1: 0-18	3:59-84	5:117-148	Yıl 1:1997	Doz	0:0	2:800	4:1600
2:2001	(cm) 2:18-59	4:84-117	6:148-180	2:2001	(gr N/ağaç/yıl)	1:400	3:1200	5:2000

İlgili çizelgelerden izleneceği gibi 1997 yılında alınan örneklerde ortalama NO<sub>3</sub>-N'u ve NH<sub>4</sub>-N'u değerleri 104,8 ve 29,5 ppm iken bu değerler N'lu gübrelemenin kesilmesinden 3 yıl sonra (2001) alınan örneklerde 15,5 ve 23,46 ppm değerlerine inmiştir. 1997 ile 2001 yılları arasında özellikle NO<sub>3</sub>-N'u açısından önemli miktarda düşme olduğu izlenmektedir. Bu durumun olası 2 nedeni olarak bitki tarafından alım ve infiltrasyon ile incelenen bölgenin altına taşınmış olması düşünülebilir. Bu konuda tartışmanın zenginleştirilmesi açısından yıllara göre profil boyunca NO<sub>3</sub>-N değişimi izlendiğinde (Çizelge.9), 1997 yılında 5. (117-148 cm) ve 6. (148-180 cm) derinlikte bulunan 221,3 ve 74,2 ppm değerlerinin 2001 yılında 3,7 ve 3,2 ppm seviyelerine indiği izlenmektedir.

Bu konuda dikkati çeken bir durum yıllar arasında NH<sub>4</sub>-N'u kapsamı açısından önemli fark olmasına karşın bu farkın NO<sub>3</sub>-N'u kadar belirgin olmamasıdır. Yine profilin alt katmanları da dahil olmak üzere, yıllar arasında NH<sub>4</sub>-N'u dağılımı açısından büyük değişkenlik görülmemesidir. Bu durum, NH<sub>4</sub>-N'nun yıkanmaya uğramaması,

deneme toprağının KDK'nın iyi olması ve alt katmanlarda nitrifikasyon olayının üst katmanlara oranla daha düşük yoğunlukta olması şeklinde yorumlanabilir.

#### 4.4. Toprak Özelliklerinin Profil Boyunca $NO_3-N$ ve $NH_4-N$ Dağılımına Etkisi

Toprak özellikleri ile profil boyunca  $NO_3-N$ 'u ve  $NH_4-N$ 'u dağılımı genellenebilmesi için çok sayıda örnek ile çalışılmış olmayı gerektirir. Bununla birlikte uygulama dozu, zaman ve profil boyunca  $NO_3-N$ 'u ve  $NH_4-N$ 'u dağılımının daha iyi irdelenebilmesi için toprak özelliklerinin de dikkate alınmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda deneme alanı topraklarında infiltrasyon hızı, porozite, toprak tipi, kil ve organik madde içeriğinin profil boyunca  $NO_3-N$ 'u ve  $NH_4-N$ 'u dağılımına etkide bulunabileceği düşünülmektedir. Bu çerçevede, toprak profilinin üst katmanlarındaki kil içeriğinin yüksek olmasına karşın, toprağın vertikal özelliği nedeniyle infiltrasyon hızının yüksek olması ve organik maddenin düşük-orta olması nedeni ile, yüksek uygulama dozlarında  $NO_3-N$ 'un özellikle 1997 yılında 4. ve 5. katmanda kontrole göre çok yüksek değerlere ulaştığı izlenmektedir (Çizelge.10).

Çizelge.10  $NO_3-N$ 'u,  $NH_4-N$ 'u ve toplam-N'un derinlik faktörüne göre Asgari Önemli Fark testi (LSD) sonuçları.

Derinlik (cm)	$NO_3-N$	$NH_4-N$	Toplam-N
1 (0-18)	42,681 d	25,537 b	68,219 d
2 (18-59)	40,229 d	27,703 b	67,931 d
3 (59-84)	50,968 c	33,525 a	84,494 c
4 (84-117)	75,755 b	32,099 a	107,854 b
5 (117-148)	112,528 a	22,275 c	118,136 a
6 (148-180)	38,727 d	17,808 d	56,535 e
	LSD <sub>0,05</sub> : 4,758	LSD <sub>0,05</sub> : 2,944	LSD <sub>0,05</sub> : 5,732

Deneme alanı topraklarının ana materyalinin alüvyum olması, ayrıca 148-180 cm derinlikteki 6.katman ile altındaki bölümün kaba kum ve çakıl içeriğinin fazla olması, daha önce de belirtildiği gibi üst katmanlardaki toprağın vertikal özellikte olması üst katmanlardan gelen  $NO_3-N$ 'un daha alt katmanlara yıkanmasını kolaylaştırmaktadır.

## 5.Sonuç

Denemeden elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1-Uzun süreler ile yüksek dozlarda N'lu gübre kullanımı profil boyunca önemli miktarda NO<sub>3</sub>-N'u birikmesine yol açabilir.

2-Profil boyunca NO<sub>3</sub>-N'u dağılımı ve konsantrasyonu gübre uygulama zamanına göre önemli değişim göstermektedir. Gübre uygulamasının kesilmesinden birkaç yıl sonra bile profile önemli miktarda NO<sub>3</sub>-N'u kalabilir.

3-Yüksek dozlarda N'lu gübre uygulamasında zeytin bitkisinde toksisite belirtileri ve kurumalar görülmüştür.

4-Yüksek dozlarda N'lu gübre uygulamaları sonucunda, profil boyunca birikim gösteren NO<sub>3</sub>-N'u yeraltı suları için önemli oranda risk taşımaktadır. Gübre uygulamasının kesilmesinden 3 yıl sonra profilin alt katmanlarında (180 cm) NO<sub>3</sub>-N'nun çok düşük değerlere inmiş olması bu olasılığı güçlendirmektedir.

### **Yazımsal Kaynaklar**

- Açıkgöz, N., Akkaş, M.E., Moghaddam, A., Özcan, K., 1993. TARİST PC'ler için istatistik ve kantitatif genetik paketi. Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Semp. 133, 19 Ekim 1993, Konya.
- Alvarez, C.R., Alvarez, R., Steinbach, H.S., 2001. Prediction of Available nitrogen content in soil profile depth using available nitrogen concentration in surface layer. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 32 (5&6): 759-769.
- Avnimelech, Y., Raveh, J., 1976. Nitrate leakage from soils differing in texture and nitrogen load. J. Environ. Quality 1:79-82.
- Baker, J.C., Johnson, H.P., 1981. Nitrate-nitrogen in tile drainage as affected by drainage. J. Environ. Quality. 4:519-522.
- Baligar, V.C., Bennett, O.L., 1986. NPK fertilizer efficiency: A situation analysis for tropics. Fet. Res. 10:147-164.
- Bergström, L., Brink, N., 1986. Effects of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of inorganic N in the soil. Plant and Soil 93:333-345.
- Black, C.A., 1965. Methods of soil analysis. Part I. American Soc. of Agronomy. No. 9.
- Bouwer, H., 1986. Intake rate: Cylinder infiltrometer. In: A. Klute (Ed.): Methods of Soil Analysis, Part I. Agronomy Monograph series No. 9 (2<sup>nd</sup> edition), ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, p. 825-844.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. Agronomy Journal, Vol. 54, No:5.
- Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen. Edit. C. Black. Methods of Soil Analysis. Part 2. Amer. Soc. of Agr. Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, USA. P: 1149-1178.
- Cameron, K.C., Haynes, R.J., 1986. Retention and movement of nitrogen in soils. In: Mineral Nitrogen in the Plant-Soil System (Ed: R.J. Haynes). Academic Press, 167-241.
- Çakmak, İ., 2002. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Plant and Soil: 247:3-24.
- Delibacak, S., Okur, B., 2000. Gediz Deltasında Yayılım Gösteren Toprakların İnfiltrasyon Hızları ve Ağır Metal İçerikleri. Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi Cilt: 37, No. 1, s. 9-16, Bornova.

- Izsaki, Z., Ivany I., 2005. Effect of mineral fertilization on NO<sub>3</sub>-N leaching on clay soil. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 36:383-391.
- Dou, H., Alva, A.K., Khakural, B.R., 1997. Nitrogen mineralization from citrus tree residues under different production conditions. Soil Sci. Soc. Amer. J. 61:1226-1232.
- Erşahin, S., 1990. Harran Ovasında Önemli ve Yaygın Altı Toprak Serisinin İnfiltrasyon Hızları ile Bazı Temel Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler (Yüksek Lisans Tezi). Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Toprak Anabilim Dalı No: 384.
- Frissel, M.J., 1978. Cycling of Mineral Nutrients in Agricultural Ecosystems. Elsevier, Amsterdam.
- Gaines, T.P., Gaines, S.T., 1994. Soil texture effect on nitrate leaching in soil percolates. Commun. in Soil Sci. And Plant Anal. 25 (13& 14):2561-2570.
- Gillian, J.W., Logan, T.J., Broadbent, F.E., 1985. Fertilizer use in relation to the environment. In: Fertilizer technology and Use (Ed:O.P. Engelstad). Soil. Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin, USA. 561-588.
- Haynes, R.J. 1986. Nitrification. In: Mineral Nitrogen in the Plant-Soil System (Ed:R.J. Haynes). Academic Pres, Inc. p.127-165.
- IFA, 1992. World Fertilizer use Manual. Inter. Fert. Ind. Assoc., Paris. p 229-233.
- Işıldar, A.A., Karakaplan, S., 1991. Niğde-Misli Ovası Topraklarında Azot Hareketi. Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry. 15:318-327.
- Jakson, M.L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi.
- Kandeler, E., Gerber, H., 1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. Biol. Fertil. Soils. 6:68-72.
- Karaata H.1., 1984. Harran Ovası Sulama Rehberi. Urfa Bölge Topraksu Araş. Enst.
- Kirchmann, H., Bergström, L., 2001. Do organic farming practices reduce nitrate leaching ?. Commun. in Soil Sci. and Plant Anal. 32 (7& 8): 997-1028.
- Kissel, D.E., Ritchie, J.T., Burnett, E., 1974. Nitrate and chloride leaching in swelling clay soil. J. Environ. Quality 4:401-405.
- Kohnke, H., 1968. Soil Physics. Mc Graw-Hill Book Corp., New York, USA.

- Kovancı, İ., 1969. İzmir Bölgesi Tarla Topraklarında Nitrifikasyon Durumu ve Bunun Bazı Toprak Özellikleri ile Olan İlişkisi Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, İzmir.(Doçentlik Tezi).
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1992. Şanlıurfa Ovası Bozova Sulama Proje Sahası Detaylı Toprak Etüdüleri, 373s. Ankara.
- Kraft, G.J., Stites, W., 2003. Nitrate impacts in Grondwater from irrigated-vegetable systems in a humid north-central US sand plain. Agriculture Ecosystems and Environment 100:63-74.
- Pratt, P.F., Jones, W.W., Hunsaker, V.E., 1972. Nitrate in deep soil profiles in relation to fertilizer rates and leaching volume. J. Environ. Qual. 1(1):97-102.
- Rauterberg, E., F. Kremkus, 1951. Bestimmung von Gesamt Humus und alkalischen Humusstoffen in Boden, Z. für Pflanzenernaehrung, Düngung und Bodenkunde, Verlag Chemie, Gmbh, Weinheim.
- Razzaque, A.H.M., Hanafi, M.M.,2004. Leaching of Nitrogen in Peat Soils.Commun. in Soil.Sci. and Plant Anal. 35(13&14):1793-1799.
- Sağlam, M.T., 1976. Erzurum, Hasankale ve Erzincan Ovası topraklarında amonyum fiksasyonu,amonyum fiksasyonu ile potasyum arasındaki bazı ilişkiler, mineralize olan nitrojen ve nitrojen kayıpları üzerinde bir araştırma. A.Ü. Yayın No:467, Ziraat Fak. Yayın No:220,Erzurum.
- Scharpf, H.C., Wehrmann, J., 1976. Die bedeutung des mineralstickstoffvorrates des bodens zu vegetationsbeginn für die bemessung der N-düngung zu winterweizen.Landw. Forsch. 32:100-114.
- Schlichting, E., H.P. Blume., 1966. Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parley, Hamburg und Berlin.
- Schuman, G.E., McCalla, T.M., Saxton, K.E., Knox, H.T., 1975. Nitrate movement and its distribution in the soil profile of differentially fertilized corn watersheds. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39:1192-1197.
- Soil Survey Staff, 1994. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture Soil Conservation Service, USA.



- Sönmez, K., 1980. Horton, Kostyakov ve Philip infiltrasyon eşitliklerinin tarla koşullarında denenmesi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 530, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 242, araştırma serisi No: 159, Erzurum.
- U.S. Salinity Lab. Staff., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Government Handbook No:60 Washington, USA.
- Usta, S.,1983. Ankara Yöresi Buğday/Nadas Ekim Nöbeti Uygulanan ve Ahır Gübresi Verilen Tarla Toprağında Azot Formlarının Tüm Ekim Nöbeti Periyodu Boyunca Dağılımları Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara. (Doktora Tezi).
- Üstünbaş,A.,1984. Kemalpaşa ve çevresinin jeolojik etüdü. D.E. Üni. Jeoloji Müh. Bölümü Bitirme Tezi, Bornova.
- Viets, F.G., and Hageman, R.H., 1971. Factors Afecting the Accumulation of Nitrate in Soil,Water and Plants. US Dept. of Agr.Handbook No:413,Washington.
- Wang, F.L., Alva, A.K., 1986. Leaching of nitrogen from slow-release urea in sandy soils. Soil.Sci.Soc.Amer.Jour. 60:1454-1458.
- Yeşilsoy, M.Ş., Ağca N., Erşahin, S., Derici, M,R., Aydın, M., 1991. Harran ovasındaki yaygın toprak serilerinin alkalileşme eğilimi-infiltrasyon hızı ilişkileri. Toprak İlmi Derneği 12. Bilimsel Toplantısı Şanlıurfa.
- Yeşilsoy, M.Ş., Aydın, M., 1995. Toprak fiziği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 124, Adana.
- Yıldırım, D., Selenay, M.F., 1986. Harran ovasında yüzey sulama yönteminin uygulanabilme olanakları. Ankara Ün. Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü (Teksir), 12 s.

**EKLER**

Ek-1

## 1997 yılı analiz sonuçları

Doz	Derinlik (cm)	NO <sub>3</sub> -N (ppm)		NH <sub>4</sub> -N (ppm)	
		1.tekrar	2.tekrar	1.tekrar	2.tekrar
N <sub>0</sub>	0-18	12,00	12,75	10,40	11,00
	18-59	13,00	13,50	9,00	9,50
	59-84	9,00	7,75	6,50	7,30
	84-117	5,00	2,50	6,00	6,50
	117-148	1,00	2,25	5,20	5,00
	148-180	1,00	1,50	4,00	4,00
N <sub>1</sub>	0-18	27,00	21,25	18,00	19,50
	18-59	17,00	16,00	22,00	23,50
	59-84	15,00	13,00	38,10	36,00
	84-117	7,75	4,00	29,80	30,00
	117-148	4,00	3,48	16,80	19,00
	148-180	2,00	2,50	10,00	10,00
N <sub>2</sub>	0-18	33,25	27,50	19,80	21,00
	18-59	42,50	32,25	24,00	26,50
	59-84	40,25	38,50	43,90	46,00
	84-117	72,00	64,00	35,70	39,50
	117-148	125,25	113,25	23,40	25,00
	148-180	40,00	45,00	15,00	16,00
N <sub>3</sub>	0-18	46,25	43,75	35,30	34,00
	18-59	45,75	42,50	44,80	44,80
	59-84	38,75	45,50	37,60	39,00
	84-117	113,50	97,25	45,50	42,00
	117-148	314,75	324,00	28,00	26,00
	148-180	98,00	95,00	18,00	16,00
N <sub>4</sub>	0-18	53,25	48,50	39,80	41,00
	18-59	72,75	53,00	38,00	40,00
	59-84	65,50	48,50	28,80	32,00
	84-117	130,50	113,50	67,40	63,00
	117-148	373,50	376,00	27,50	30,00
	148-180	125,00	130,00	19,20	20,00
N <sub>5</sub>	0-18	109,00	116,00	42,00	47,50
	18-59	136,75	145,25	50,00	49,50
	59-84	363,75	388,25	89,80	83,00
	84-117	546,00	584,50	30,50	36,00
	117-148	496,25	522,25	48,50	49,00
	148-180	175,25	172,50	25,00	24,00

Ek-2

2001 yılı analiz sonuçları

Doz	Derinlik (cm)	NO <sub>3</sub> -N (ppm)		NH <sub>4</sub> -N (ppm)	
		1.tekrar	2.tekrar	1.tekrar	2.tekrar
N <sub>0</sub>	0-18	10,90	9,65	10,00	10,10
	18-59	8,25	6,45	8,50	9,00
	59-84	2,90	4,35	6,25	6,80
	84-117	1,00	2,00	5,95	6,50
	117-148	0,70	1,25	4,50	5,10
	148-180	0,50	0,50	4,40	4,20
N <sub>1</sub>	0-18	21,00	23,00	17,00	17,50
	18-59	11,64	9,67	20,50	22,00
	59-84	7,00	6,90	36,40	29,00
	84-117	2,00	4,80	19,36	25,85
	117-148	1,25	5,07	5,18	15,48
	148-180	0,70	1,50	6,00	20,30
N <sub>2</sub>	0-18	28,00	32,40	17,05	20,05
	18-59	19,90	17,00	22,35	22,00
	59-84	11,35	14,84	41,50	23,10
	84-117	9,20	4,90	34,10	33,00
	117-148	3,14	2,40	20,35	24,86
	148-180	3,19	1,00	25,35	30,19
N <sub>3</sub>	0-18	32,60	31,63	17,81	27,67
	18-59	23,90	26,75	23,65	28,20
	59-84	10,40	7,70	33,55	24,37
	84-117	2,66	4,85	32,75	29,15
	117-148	1,00	0,50	22,55	35,00
	148-180	0,50	6,76	28,05	23,00
N <sub>4</sub>	0-18	45,40	50,65	29,07	35,20
	18-59	32,17	39,91	29,26	33,80
	59-84	19,20	13,05	39,05	26,29
	84-117	9,25	4,84	47,08	34,65
	117-148	8,00	3,00	21,41	29,48
	148-180	6,00	1,25	23,25	37,85
N <sub>5</sub>	0-18	90,70	95,92	35,65	36,50
	18-59	68,35	71,25	29,00	35,00
	59-84	32,90	18,90	22,30	28,00
	84-117	11,12	23,00	30,64	39,45
	117-148	7,73	10,64	23,10	24,20
	148-180	6,40	9,00	20,00	25,10

## Ek-3

Yıl, Doz ve Derinliğe göre NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N ve Toplam-N ortalamaları (ppm)Kombinasyon  
Yıl\*Doz\*Derinlik

	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Top.-N
1*0*1	12,375	10,700	23,075
1*0*2	13,250	9,250	22,500
1*0*3	8,375	6,900	15,275
1*0*4	3,750	6,250	10,000
1*0*5	1,625	5,100	6,725
1*0*6	1,250	4,000	5,250
1*1*1	24,125	18,750	42,875
1*1*2	16,500	22,750	39,250
1*1*3	14,000	37,050	51,050
1*1*4	5,875	29,900	35,775
1*1*5	3,740	17,900	21,640
1*1*6	2,250	10,000	12,250
1*2*1	31,375	20,400	51,775
1*2*2	37,375	25,250	62,625
1*2*3	39,375	44,950	84,325
1*2*4	68,000	37,600	105,600
1*2*5	119,250	24,200	143,450
1*2*6	42,500	15,500	58,000
1*3*1	45,000	34,650	79,650
1*3*2	44,125	44,800	88,925
1*3*3	42,125	38,300	80,425
1*3*4	105,375	43,750	149,125
1*3*5	319,375	27,000	346,375
1*3*6	96,500	17,000	113,500
1*4*1	50,875	40,400	91,275
1*4*2	62,875	39,000	101,875
1*4*3	57,000	30,400	87,400
1*4*4	122,000	65,200	187,200
1*4*5	374,750	28,750	203,500
1*4*6	127,500	19,600	147,100
1*5*1	112,500	44,750	157,250
1*5*2	141,000	49,750	190,750
1*5*3	376,000	86,400	462,400
1*5*4	565,250	33,250	598,500
1*5*5	509,250	48,750	558,000
1*5*6	175,375	24,500	199,875

Kombinasyon  
Yıl\*Doz\*Derinlik

	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Top.-N
2*0*1	10,275	10,050	20,325
2*0*2	7,350	8,750	16,100
2*0*3	3,625	6,525	10,150
2*0*4	1,500	6,225	7,725
2*0*5	0,975	4,800	5,775
2*0*6	0,500	4,300	4,800
2*1*1	22,000	17,250	39,250
2*1*2	10,655	21,250	31,905
2*1*3	6,950	32,700	39,650
2*1*4	3,400	22,605	26,005
2*1*5	3,160	10,330	13,490
2*1*6	1,800	12,175	13,975
2*2*1	30,200	18,550	48,750
2*2*2	18,450	22,175	40,625
2*2*3	13,095	32,300	45,395
2*2*4	6,050	33,550	39,600
2*2*5	2,770	22,605	25,375
2*2*6	2,095	27,770	29,865
2*3*1	32,115	22,740	54,855
2*3*2	25,325	25,925	51,250
2*3*3	9,050	28,960	38,010
2*3*4	3,755	30,950	34,705
2*3*5	0,750	28,775	29,525
2*3*6	3,630	25,750	29,380
2*4*1	48,025	32,135	80,160
2*4*2	36,040	31,530	67,570
2*4*3	16,125	32,670	48,795
2*4*4	7,045	40,865	47,910
2*4*5	5,500	25,445	30,945
2*4*6	3,625	30,550	34,175
2*5*1	93,310	36,075	129,385
2*5*2	69,800	32,000	101,800
2*5*3	25,900	25,150	51,050
2*5*4	17,060	35,045	52,105
2*5*5	9,185	23,650	32,835
2*5*6	7,700	22,550	30,250

Yıl 1: 1997 2: 2001

Doz 0: 0 1: 400 2: 800  
(g N/ağaç) 3: 1200 4: 1600 5: 2000Derinlik 1: 0-18 2: 18-59 3: 59-84  
(cm) 4: 84-117 5: 117-148 6: 148-180