

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

SUSUZ AMONYAK UYGULAMASININ FARKLI  
RUTUBET ŞARTLARINDA TOPRAKTAKİ  
NİTRİFİKASYONA OLAN ETKİSİ

NUR YAŞAROĞLU

EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ  
TOPRAK BÖLÜMÜ ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ

BORNOVA - İZMİR  
1983

*Nur Yaşaroğlu*  
Ziraat Fakültesi

## İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÇİZELGE LİSTESİ .....	I-V
ÇİZİM LİSTESİ .....	VI-VII
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	11
3.1. Materyal .....	11
3.2. Yöntem .....	11
3.2.1. Araştırma Yöntemleri .....	12
3.2.2. Analiz Yöntemleri .....	13
3.2.3. Yardımcı Yöntemler .....	15
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	15
4.1. İnkubasyona Alınan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	15
4.2. Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Uygulandığı Topraklarda, Farklı İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan $NO_3-N$ 'u Kapsamı Sonuçları ve Tartışması .....	16
4.2.1. Kumlu Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan $NO_3-N$ 'u Miktarları .....	19

- 4.2.2. Tanlı Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u Miktarları ..... 25
- 4.2.3. Killi-Tın Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u Miktarları ..... 30
- 4.3. Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Uygulandığı Topraklarda, Farklı İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u Kapsamına Ait Sonuçlar ve Tartışması ..... 35
- 4.3.1. Kum Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u Miktarları... 37
- 4.3.2. Tın Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u Miktarları... 42
- 4.3.3. Killi-Tın Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u Miktarları ..... 47

4.4. Değişik Bünyeli Topraklarda, Farklı  
Dozlarda Uygulanan Amonyumdan  $NH_3$   
Gazı Şeklinde Olan Kayıplar Üzeri-  
ne Nem ve İnkubasyon Süreçlerinin

Etkileri ..... 52

5. ÖZET..... 56

SUMMARY ..... 58

LİTERATÜR ..... 60

TEŞEKKÜR

## ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
1	Ülkemizin son 5 yılı içerisinde ürettiği, tükettiği ve ithal ettiği azotlu gübre miktarları .....	2
2	Tez materyali toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	17
3	Değişik bünyeli topraklara uygulanan farklı amonyum seviyeleri, nem miktarları ve inkubasyon süreçlerinin topraktaki $NO_3-N^u$ kapsamına etkilerini içeren varyans analiz çizelgesi .....	18
4	Kumlu bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisiyle inkubasyon süreçleri sonunda oluşan $NO_3-N^u$ değerleri .....	19
5	Kumlu bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan $NO_3-N^u$ miktarları ..	22
6	Kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan $NO_3-N^u$ miktarları ....	22
7	Kumlu topraklara, farklı nem koşullarında değişik miktarlarda uygulanan amonyumun $NO_3-N^u$ oluşumuna etkisi .....	24



- 8 Tınlı bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisiyle inkubasyon süreçleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları ..... 25
- 9 Tınlı toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları . 27
- 10 Tınlı toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları.. 29
- 11 Tınlı topraklara, farklı nem koşullarında değişik miktarlarda uygulanan amonyumun  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  oluşumuna etkisi .. 30
- 12 Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  değerleri ..... 31
- 13 Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları ..... 32
- 14 Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları ..... 34
- 15 Killi-tın topraklara, farklı nem koşullarında değişik miktarlarda uygulanan amonyumun  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  oluşumuna etkisi .. 35

- 16 Değişik bünyeli topraklara uygulanan farklı amonyum seviyeleri, nem miktarları ve inkubasyon süreçlerinin topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kapsamına etkilerini içeren varyans analiz çizelgesi ..... 36
- 17 Kumlu bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisiyle inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları ..... 37
- 18 Kumlu bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları ..... 39
- 19 Kum bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları ..... 40
- 20 Kumlu topraklara uygulanan farklı amonyum miktarları ile farklı nem düzeylerinin etkisi sonucunda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları ..... 42
- 21 Tın bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları ..... 42

22	Tın bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen $NH_4-N$ 'u miktarları .....	44
23	Tın bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen $NH_4-N$ 'u miktarları .....	46
24	Tınlı topraklara uygulanan farklı amonyum miktarları ile farklı nem düzeylerinin, topraktaki $NH_4-N$ 'u içeriğine etkisi .....	47
25	Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen $NH_4-N$ 'u değerleri ...	47
26	Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen $NH_4-N$ 'u miktarları .....	49
27	Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen $NH_4-N$ 'u miktarları .....	51



- 28 Killi-tın topraklara uygulanan farklı amonyum miktarları ile farklı nem düzeylerinin, topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi ..... 52
- 29 Farklı bünyeli topraklara uygulanan değişik düzeylerdeki amonyum miktarlarından,  $\text{NH}_3$  gazı halindeki azot kayıpları üzerine inkubasyon sürelerinin etkisi ..... 53
- 30 Farklı bünyeli topraklara uygulanan değişik düzeylerdeki amonyum miktarlarından,  $\text{NH}_3$  gazı halindeki azot kayıpları üzerine farklı nem düzeylerinin etkileri ..... 55

## ÇİZİM LİSTESİ

<u>Çizim No</u>	<u>Sayfa</u>
1 Kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum miktarlarının, değişik inkubasyon sürelerinde oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ içeriğine etkisi .....	21
2 Kum fraksiyonunun başat olduğu toprakta, farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ içeriğine etkisi .....	23
3 Tın bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum miktarlarının, değişik inkubasyon sürelerinde oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ içeriğine etkisi .	26
4 Tın fraksiyonunun başat olduğu toprakta, farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ içeriğine etkisi .....	28
5 Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum miktarlarının, değişik inkubasyon sürelerinde oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ içeriğine etkisi .....	32
6 Kil fraksiyonunun başat olduğu toprakta, farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ içeriğine etkisi .....	33

7	Kum bünyeli toprağa uygulanan amonyum miktarlarının değişik inkubasyon süreleri sonunda toprakta $\text{NH}_4\text{-N}'u$ içeriğine etkisi .....	39
8	Kum fraksiyonunun başat olduğu toprakta farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda, topraktaki $\text{NH}_4\text{-N}'u$ içeriğine etkisi .....	41
9	Tın bünyeli toprağa uygulanan amonyum miktarlarının değişik inkubasyon süreleri sonunda toprakta $\text{NH}_4\text{-N}'u$ içeriğine etkisi .....	44
10	Tın fraksiyonunun başat olduğu toprakta farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda, topraktaki $\text{NH}_4\text{-N}'u$ içeriğine etkisi .....	45
11	Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan amonyum miktarlarının değişik inkubasyon süreleri sonunda toprakta $\text{NH}_4\text{-N}'u$ içeriğine etkisi .....	49
12	Kil fraksiyonunun başat olduğu toprakta farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda, topraktaki $\text{NH}_4\text{-N}'u$ içeriğine etkisi .....	50

## 1. G İ R İ Ő

Azot kültür bitkilerinin fazla gereksinim duyduğu önemli bir besin elementidir. Toprakta organik ve anorganik formda bulunan bu besin elementinin genellikle topraklarda bitkilere faydalı formu minimal seviyede bulunduğu için eksikliği gidermek amacı ile çeşitli formlarda toprağa gübre halinde verilmektedir.

ÇalıŐma konusunu oluşturan susuz amonyakın son 20 yıl içerisinde gübre olarak kullanımı hızla artmıŐ ve özellikle A.B.D.'de amonyak azotunun tüketim miktarı yılda 400.000 ton'a ulaŐmıŐtır. Susuz amonyakın azotlu gübre olarak kullanılmasında hızlı geliŐmeyi etkileyen faktörler, amonyakın istenilen miktarda ve kolaylıkla sağlanabilmesi, konsantrasyonunun %82 gibi çok yüksek değerde olması, bu gübredeki birim azot fiyatının diğer azotlu gübrelerle oranla daha ucuza gelmesi ve son olarak da sözü edilen ülkede susuz amonyakı çiftçinin tarlasına kadar götürüp uygulayan servislerin çok sayıda bulunmasıdır.

Maliyeti ucuz olan bu gübrenin uygulama zamanı ve uygulanması iyi saptanır ve yapılırsa, diğer azotlu gübreler kadar bitkiye ihtiyaı olan azot besin maddesini sağlamakta ve toprağın azot yönünden verim gücünü olumlu yönde etkilemektedir. Ülkemizdeki azotlu gübre fabrikalarının üretim düzeyinin gereksinilen miktarların çok altında oluşu göz önüne alındığında konu daha da önem kazanmaktadır(izelge-1).



Çizelge-1:Ülkemizin son 5 yıl içerisinde ürettiği,tükettiği ve ithal ettiği azotlu gübre miktarları(ton).  
(FAO,Fertilizer Yearbook;1979,1980,1981).

Y I L L A R					
	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81
Üretim	189.000	187.300	268.700	353.900	462.500
Tüketim	590.700	665.700	773.800	769.500	631.500
İthalât	534.200	407.400	469.700	448.600	310.784

Topraktaki amonyum azotunun kaynağını,organik formdaki azotun mineralizasyonu veya bu formdaki azotlu gübrelerin toprağa verilmesi oluşturur.Organik azot bileşiklerinin mineralizasyonu 3 aşamada meydana gelmektedir.Bu aşamalar;aminizasyon, amonifikasyon ve nitrifikasyondur.İlk iki aşama heterotrof mikroorganizmaların varlığında oluşur.Son aşamada ise ototrof mikroorganizmalar rol oynamaktadır.Toprakta protein yapısındaki bileşiklerin heterotrof mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması sonucu,amin ve amino asitler gibi daha basit yapıdaki azot bileşikleri oluşturulur.Aminizasyon olarak tanımlanan bu reaksiyon,basit olarak aşağıdaki kimyasal eşitlikle açıklanabilir.



Aminizasyon olayı sonucunda oluşan aminler ve amino asitler,heterotrof mikroorganizmalar tarafından kullanılırlar.Reaksiyon sonunda amonyak meydana gelir.Bu aşama amonifikasyon olayı olarak tanımlanır ve reaksiyon aşağıdaki gibidir.



Amonifikasyon yolu ile oluşan  $\text{NH}_4^+$ 'un bir kısmı nitrat azotuna



dönüşmektedir. Amonyakın biyolojik oksidasyon ile nitrat haline dönüşümü nitrifikasyon olayı olarak bilinmektedir. Bu olay, amonyakın önce nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), daha sonra da nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) dönüşümünü içeren iki aşamalı reaksiyon ile meydana gelmektedir. İlk aşama nitrosomonas bakterileri tarafından yürütülmektedir. Reaksiyon şu şekildedir:



Nitrobacter'ler tarafından oluşturulan son aşamada, nitrit nitrate dönüşmektedir.



Topraklarda nitrifikasyon olayını etkileyen faktörleri; topraktaki mevcut amonyum iyonu konsantrasyonu, toprak reaksiyonu, nitrifikasyonda rol oynayan mikroorganizmaların popülasyonu, toprağın havalanma durumu, toprak nemi ve sıcaklığı şeklinde sıralayabiliriz (Tisdale ve Nelson, 1966).

Toprağa ilave edilen azotlu gübrelerdeki azotun bir kısmı  $\text{NH}_3$  şeklinde uçarak kaybolmaktadır. Bu şekildeki kayıp, amonyum bileşiklerinin  $\text{CaCO}_3$  ile reaksiyona girmesi ile olmakta ve reaksiyon sonucu bir Ca bileşiği ile  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  meydana gelmektedir.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  stabil bir bileşik olmadığı için  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya parçalanmakta ve böylece bazı koşullarda çok yüksek değerlere kadar ulaşabilen  $\text{NH}_3$ -N'u kayıpları ortaya çıkmaktadır (Sağlam, 1974). Toprakta meydana gelen amonyak kayıpları üzerine pH,  $\text{CaCO}_3$  miktarı, ısı, nisbi rutubet, toprağın tekstürü gibi faktörler etkili olmaktadır.

Değişik faktörlerin etkisi de göz önünde bulundurularak toprağa ilave edilen eriyik halindeki amonyakın nitrifikasyon olayına etkisinin ve topraktan  $\text{NH}_3$  halinde azot kaybı ile olan ilişkisinin incelenmesi bu araştırmanın amacını oluşturacaktır.

## 2. L İ T E R A T Ü R Ö Z E T L E R İ

Sıvı amonyak kullanımında karşılaşılan problemler, katı azotlu gübre materyali kullanımı esnasında karşılaşılanlardan tamamen farklıdır. Bu problemlerin pek çoğu amonyağın toprakta tutulması ve değişimi üzerinde etkili olan reaksiyon değişimi ile yakından ilişkilidir. Bu konular ile ilgili sorunları çözmek için dikkate değer çalışmalar yapılmıştır.

Nommik ve Nilsson'un yaptıkları araştırma sonuçlarına göre, susuz amonyak enjeksiyonu sonucunda enjeksiyon çizgisi üzerinde yüksek pH değerlerinin oluşması ile tutulma katmanında alkalın bir reaksiyon meydana gelmektedir. Stanley ve Smith'e göre de, toprakta amonyağın dağılımı bir çok faktörlere bağlı olabilmektedir. Bu faktörler arasında; uygulama dozu, toprak tekstürü, toprağın organik madde içeriği, toprak nemi ve hidrojen iyonu ile doygunluk derecesi yer alır. İnce bünye- li topraklarda yüksek amonyak sorbsiyon kapasitesi bulunmuştur (Nommik ve Nilsson, 1963).

Panganiban, nitrifikasyon olayının  $35^{\circ}\text{C}$ , denitrifikasyonun  $25-30^{\circ}\text{C}$  ve amonifikasyon olayının ise optimal olarak  $16-60^{\circ}\text{C}$  arasında meydana geldiğini belirlemiştir (Güner ve Çolakoğlu, 1969).

Amer ve Bartholomew, temelde bir oksidasyon olayı olan nitrifikasyonun oksijenle ilişkisini araştırmışlar ve sonuç olarak da, ortamdaki oksijen miktarının arttırılması ile nitrifikasyon intensitesinin

yükseldiğini saptamışlardır(Kovancı,1969).

Güner ve Çolakoğlu (1969), nitrifikasyon olayı üzerine etkili faktör olan toprak nemini incelemişler ve toprak neminin azaldığı dönemlerde (Mart-Nisan-Mayıs-Haziran ve Temmuz)  $NO_3-N$ 'unda bir azalma olduğunu, toprak neminin aynı seviyede kaldığı aylarda (Ağustos-Eylül-Ekim ve Kasım)  $NO_3-N$ 'unda da bir değişme olmadığını ve toprak neminin artmaya başladığı devrelerde ise (Aralık-Ocak-Şubat ve Mart)  $NO_3-N$ 'unda artma olduğunu gözlemişlerdir.

Toprakların nitrat oluşturma gücünü belirlemeye yarayan inkubasyon yöntemi ilk defa Bogdanow tarafından 1900 yılında ortaya konmuştur.Daha sonra değişik araştırmacılar bu konu üzerinde yoğun çalışmalar yapmışlardır(Bartholomew,Françis ve Clark,1965).

Üzerine saman yayılmış milli-tın bünyeye sahip toprağın 15 cm. derinliğine susuz amonyak uygulanmış,azotun yaklaşık %60'ı uygulamayı izleyen 10 hafta içinde nitrifikasyona uğramıştır. $NH_4-N$ 'u konsantrasyonu toprak derinliğine doğru azalma göstermiş, bu arada uygulama sonrasında 3 haftaya kadar geçen süre içinde nitrat konsantrasyonunda önemli değişme olmamıştır(Cochran ve ark.,1975).

Bu konu ile ilgili yapılan diğer bir araştırımda;kireççe fakir,tınlı bünyeye sahip bir toprağa  $(NH_4)_2SO_4$  ve  $NH_3$ 'ün değişik oranlardaki karışımları 1400 ppm. N konsantrasyonunda uygulanmıştır.Elde edi-



len sonuçlar,  $NH_3$ 'in düşük miktarlarının dahi topraklarda nitritin birikmesine neden olabileceğini, yüksek miktarlarının ise nitrifikasyonu tamamen engellediğini göstermiştir(Larsen, 1971).

Stevens ve Reuss (1974), sıvı susuz amonyak ve susuz  $NH_3$ -S solüsyonlarını değişik dozlarda kireçli bir toprağa enjekte etmişler, tüm uygulama dozlarında nitrifikasyonun hızla arttığını belirlemişlerdir.

Konu ile ilgili diğer bir araştırmada, susuz amonyak 112-336 kg.N/ha. dozlarında toprağa verilmiş, düşük azot dozunun %86'sının yüksek dozun ise %68'inin nitrifikasyona uğradığı tesbit edilmiştir(Chalk ve ark., 1974).

Axley ve Legg, amonyum fiksasyon kapasitesi yüksek olan topraklarda uygulanan amonyanın ancak %10'unun nitrifikasyona uğradığını, düşük fiksasyon kapasiteli topraklarda ise azotun tamamının nitrifikasyona uğradığını saptamışlardır(Page, 1974).

Burge ve Broadbent, toprağa sıvı amonyak uygulaması sırasında meydana gelen yüksek pH'nın etkisi sonucu, amonyanın toprağın organik maddesi ile reaksiyona girdiğini ve bu nedenle de amonyum azotunun nitrate dönüşüm hızının azaldığını tesbit etmişlerdir(Page, 1974).

Değişik araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda, amonyanın uygulandığı toprağın absorpsiyon kapasitesi amonyayı tutmak için yeterli düzeyde bulunmadı-

ğında toprak yüzeylerinden meydana gelen amonyak buharlaşma kayıplarının toprak nemi ve topraktaki  $\text{CaCO}_3$  miktarı ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir. Toprağa verilen azotlu gübrenin %5-20'si buharlaşma ile kaybolmaktadır(Bartholomew, Francis ve Clark, 1965).

Milli-tın ve kumlu-tın bünyeli topraklara 1000 ilâ 20.000 ppm. arasında değişik  $\text{NH}_3\text{-N}$  dozlarının uygulandığı bir çalışmada, 5000 ppm.'in üzerindeki tüm dozlar her iki toprakta tutulan amonyak miktarını çok az arttırmıştır. Buna karşılık, toprak nem içeriğinin artması tutulan amonyak miktarını arttırmıştır(Parr ve Papendick, 1965).

Nonnik ve Nilsson, susuz amonyağın uygulanmasından sonra topraklardaki  $\text{NH}_3$  ve  $\text{NH}_4^+$  miktarlarının; uygulama dozuna, toprağın bünyesine, volüm ağırlığına, organik madde kapsamına, ve nemine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar söz konusu olan çalışmalarında, mikroorganizmaların faaliyetini engelleyecek düzeyde yüksek amonyak içermeyen dış toprak katmanlarında nitrifikasyonun hızlı şekilde oluştuğunu saptamışlardır(Parr ve Papendick, 1965).

Serbest  $\text{NH}_3$ 'in topraktaki organizmalara toksik etki yaptığı bu nedenle de nitrifikasyonun geciktiği tahmin edilmektedir. Nitekim Florida'daki bir grup araştırmacı bu soruyu cevaplamak amacı ile 3 kumlu toprakta çalışmışlar ve uygulanan amonyağın geç de olsa toprakta nitrifikasyonu uyardığını saptamışlardır.



Fakat toprak mikroorganizmalarının sayılarında belirgin bir azalma gözlenmiştir. Iowa Devlet Üniversitesinde yapılan bir başka çalışmada, 120 lb./A. azot amonyak halinde verilmiş ve uygulamadan 28 gün sonra nitrifikasyonun hızlandığı görülmüştür (Tisdale ve Nelson, 1966).

Greaves ve Carter'ın ortak yaptıkları çalışmada, su tutma kapasitesinin farklı dozları uygulanan toprakların inkubasyona alınması ile amonyum ve nitrat azot kapsamları değişimi incelenmiş ve bu değişimin en yüksek düzeyi %60 su tutma kapasitesinde bulunmuştur (Black, 1957).

Amonyak enjekte edilen tınlı-kumlu toprakta, amonyak dağılımı ve nitrifikasyon oranı incelenmiştir. Inkubasyonun ilk safhasında, amonyak konsantrasyonunun az olduğu tutulma katmanının dış kısımlarında nitrifikasyon hızlı bir şekilde oluşmuş, buna karşılık yüksek amonyak konsantrasyonuna sahip bölgede nitrifikasyon oluşumu gecikmiştir. Toprağın nem düzeyi de amonyak tutma kapasitesini etkileyen bir faktör olarak incelenmiştir. Nitekim Peech, toprak tarafından absorbe edilmiş amonyakın su satrasyon oranı ile aynı düzeyde önemli derecede arttığını belirlemiştir. Söz konusu araştırmada yüksek nemin, nitrifikasyonu olumlu derecede etkilediği saptanmıştır (Nomnik ve Nilsson, 1963).

Yapılan pek çok araştırmalar sonucu, azotun topraktan yıkanma ve alınan ürünle kaybı yanında diğer yollarla da topraktan uzaklaştığı görülmüştür. Bu kayıp-

lar; topraktaki azotlu bileşiklerden biyolojik ve kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan azot gazı ( $N_2$ ), nitros oksit ( $N_2O$ ), nitrik oksit ( $NO$ ) ve amonyak ( $NH_3$ ) halinde olmaktadır. Topraktan azot bileşikleri halindeki kayıpların nedenini, aşağıda belirttiğimiz olaylar ile açıklayabiliriz.

1. Anaerobik koşullar altında, nitratın biyokimyasal redüksiyona uğraması sonucu oluşan denitrifikasyon olayı,

2. Nitritin aerobik koşullarda uğradığı kimyasal reaksiyonlar,

3. Alkalın reaksiyonlu toprakların yüzeylerinden meydana gelen amonyak gazı ( $NH_3$ ) halindeki buharlaşma kayıpları (Tisdale ve Nelson, 1966).

Bremner ve Douglas (1971), topraklara uyguladıkları üre formundaki azotun 14 günlük inkubasyon süreci sonunda %4.6-61.0'ünün  $NH_3$  şeklinde kayba uğradığını saptamışlardır. Bu yönde yapılan diğer bir araştırmada, kireçli toprağa farklı miktarlarda  $(NH_4)_2SO_4$  uygulanmış, topraktan gaz halinde uzaklaşan  $NH_3-N$  miktarı ile uygulanan  $(NH_4)_2SO_4$  miktarları arasında ilişki belirlenmiştir (Fenn ve Kissel, 1974).

Farklı bünyelere sahip dört toprağa değişik miktarlarda  $NH_4OH$  verilmiş ve deneme sonunda  $NH_4OH$  miktarına bağımlı olarak gaz halinde  $NH_3-N$ 'u kaybının arttığı saptanmıştır (Chao ve Kroontje, 1964).

Fenn ve Kissel (1964), zaman ile  $NH_3-N$ 'u kayıpları arasındaki ilişkiyi de incelemişlerdir.  $NH_4-N$ 'u

kayıp oranının başlangıçta fazla ve zamanın ilerlemesi ile azaldığına saptamışlardır. Ancak zaman ilerledikçe toplam  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u kayıplarının arttığına da belirtmişlerdir.

Toprak tekstürü ile  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u kayıpları arasındaki ilişkiler de çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Sağlam (1974), 36 adet toprak örneği ile yürüttüğü çalışmada, %kum miktarı ile kayıplar arasında  $r = 0.50^{xx}$  ve %kil miktarı ile kayıplar arasında ise  $r = -0.52^{xx}$  gibi önemli korrelasyon katsayıları tesbit etmiştir. Araştırmacı, toprakta kum miktarı arttıkça kayıpların da arttığını, kil miktarının artması halinde ise kayıpların azaldığını belirtmektedir. Mortland (1958), kumlu topraklardaki  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u kaybının killi topraklardan daha fazla olduğunu saptamıştır. Bu konu ile ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada, en fazla  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kaybının kumlu bünyeli topraklarda olduğu gözlemlenmiştir (Chao ve Kroontje, 1964).

Diğer bir kısım araştırmacılar da toprak pH'sı ile topraktan  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u kaybı arasındaki ilişkiyi incelemişler ve toprak pH'sının artışına paralel olarak  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u kayıplarının da arttığını belirtmişlerdir (Du Plessis ve Kroontje, 1964; Sağlam, 1974).



### 3.M A T E R Y A L V E Y Ö N T E M

#### 3.1.M A T E R Y A L

Araştırma materyalini İzmir yöresi tarım topraklarından alınan örnekler oluşturmuştur. Toprak örnekleri yörenin hakim ve verimli topraklarına temsil eden Alüviyal topraklardan alınmıştır. Kum, mil ve kil fraksiyonları birbirlerinden farklı üç toprak örneği araştırma materyali olarak seçilmiştir.

Kum fraksiyonu hakim toprak örneği Torbalı yöresinden, mil fraksiyonu hakim örnek Menemen'den ve kil fraksiyonu yüksek toprak örneği ise Bornova'dan alınmıştır.

İzmir yöresi tarım arazilerinin hakim toprağı olan Allüviyal topraklar, akarsular tarafından taşınarak yığılmış bulunan genç sedimentler üzerinde yer alan, düz ve düze yakın meyile sahip genç topraklardır. Farklı zamanlarda oluşan sedimentasyonun şiddetine göre toprak profilleri kimi kez farklı katmanlara sahip bulunmaktadırlar.

#### 3.2.Y Ö N T E M

Bu araştırmada kullanılan yöntemler özelliklerine göre 3 grupta verilmiştir.

1. Araştırma Yöntemleri.
2. Analiz Yöntemleri.
3. Yardımcı Yöntemler.

### 3.2.1.Araştırma Yöntemleri.

Araştırma yöntemlerini,

1.Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması,

2.İnkubasyon metodları olarak sıralıyabiliriz.

#### 3.2.1.1.Toprak Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması.

Toprak örnekleri alınırken kum,kil ve mil fraksiyonlarının farklı olmalarına dikkat edilmiştir.Toprak örneklerinin tarım yapılan alanlardan alınmasına ve bölgenin hakim büyük toprak grubunu temsil etmesine özen gösterilmiştir.Topraklar pulluk derinliğinden karma örnekler olarak alınmışlardır.

Laboratuvara getirilen örnekler önce karton kutularda hava kurusu haline getirilmiş,daha sonra 2 mm. çaplı elekten geçirilerek inkubasyon çalışmasında ve diğer analizlerde kullanılmışlardır(Jackson,1958).

#### 3.2.1.2.İnkubasyon Yöntemi.

250 cm.<sup>3</sup>'lük ve kapağında 1 cm. çapında delik bulunan şişelere toprak örneklerinden 60 gr. tartıldı.Önceden tarla kapasiteleri belirlenen toprak örneklerine tarla kapasitelerinin %30 ve %60'ı kadar su pipetle verildi.

Araştırmada azot amonyum formunda 300 ve 600 ppm. olarak iki seviyede verildi.Şişelere konulmuş olan 60 gr. toprak örneğine amonyak gaz halinde vermek teknik olarak olanaksız olması nedeniyle amonyak toprak örneklerine sıvı halde verildi. Uygulamada %25'lik amonyak çözeltisinden yararlanıldı.Bu stok çözeltide gerekli seyreltme işlemleri yapıldıktan sonra yukarıda belirtilen azot seviyeleri pipet yardımı ile topraklara



uygulandı. Değişik azot seviyeleri ve su kapsamlarına sahip farklı bünyedeki toprak örnekleri 7-14 ve 21 günlük sürelerde optimum ısı ile (32 C<sup>o</sup>, de) nitrifikasyon inkubasyonuna terk edildi. Araştırmada kombinasyonlar 3 tekerrürlü olarak uygulandı.

### 3.2.2. Analiz Yöntemleri.

#### 3.2.2.1. Amonyum-N'u tayini.

Amonyum-N'u tayininde MgO ile destilasyon yöntemi kullanıldı. 2 N KCl çözeltisi ile 1 saat çalkalanan toprak örneği süzüldü ve elde edilen süzöğe MgO ilâve edilerek mikrodestilasyon yolu ile amonyum azotu tesbit edildi (Black, 1965).

#### 3.2.2.2. Nitrat-N'u Tayini.

Yukarıda belirtilen yöntem ile NH<sub>4</sub>-N'u tayini yapıldıktan sonra örneğe Devarda alaşımı konularak NO<sub>3</sub>-N'u amonyum haline redükte edildi ve daha sonra amonyum azotu yukarıda belirtilen şekilde saptandı (Black, 1965).

#### 3.2.2.3. Total N Tayini.

Kjeldahl yöntemine göre toplam azot tayini yapıldı (Black, 1965).

#### 3.2.2.4. Organik C Tayini.

Toprak organik karbonunun tayini için Reuterberg ve Kremkus'un (1951) organik karbonun K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ile CO<sub>2</sub>'e oksidasyonuna dayanan titrimetrik yağ yakma yöntemi kullanıldı.

#### 3.2.2.5. Toprak Organik Maddesinin Tayini.

Toprak organik maddesinin tayininde de organik-C tayininde kullanılan yöntem kullanıldı.

### 3.2.2.6. pH Tayini.

Toprak pH'ları satüre edilmiş toprak çamurunda tayin edildi. Bu amaçla glass ve kalomel elektrod'lu pH-metre kullanıldı (Jackson, 1958).

### 3.2.2.7. CaCO<sub>3</sub> Tayini.

CaCO<sub>3</sub> tayinleri Scheibler kalsimetresi ile yapılmıştır (Çağlar, 1949).

### 3.2.2.8. Kalsiyum Tayini.

Suda erir ve değişebilir kalsiyum tayini için toprak 1 N NH<sub>4</sub>OAC ile muamele edildi. Elde edilen süzükte Flame-Photometre yardımı ile kalsiyum belirlendi (Wilde ve Vergt, 1955).

### 3.2.2.9. Potasyum Tayini.

Toprak örnekleri 1 N NH<sub>4</sub>OAC (pH:7) ile çalkalanarak elde edilen ekstraktlarda değişebilir potasyum miktarı Flame-Photometre'de ölçülerek elde edilmiştir (Kaçar, 1962).

### 3.2.2.10. Fosfor Tayini.

Toprakların fosfor tayinlerinde Bingham yöntemi kullanıldı (Chapman ve Hamer, 1961).

### 3.2.2.11. Bünye Tayini.

Toprak örneklerinin %kum, %mil ve %kil fraksiyonları hidrometrik yöntemle saptandı (Bouyoucos, 1955). Elde edilen değerler bünye analiz üçgenine uygulandı ve bünyeler belirlendi (Black, 1957).

### 3.2.2.12. Eriyebilir Toplam Tuz Tayini.

Su ile satüre edilmiş toprak macununda, elektriki direnç Conductivity Bridge cihazı ile ölçülüp, % toplam tuz değerleri hesaplandı (Soil Survey Staff, 1951).

### 3.2.3.Yardımcı Yöntemler.

Araştırmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde istatistikî yöntemler uygulandı.Deneme deseni olarak ise Split, Split,Split modeli kullanılmıştır(Habür,1982).

## 4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.

### 4.1.İnkubasyona Alınan Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

Araştırma materyalimizi oluşturan farklı bünyelerdeki toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge-2'de verilmiştir.1 No'lu toprak örneğinde kum (%95.44), 2 No'lu toprak örneğinde mil (%44.72),3 No'lu toprak örneğinde ise kil (%39.84) fraksiyonları başat durumundadır.

$CaCO_3$  içeriği yönünden 1 ve 3 No'lu topraklar marn'lı (%10-20),tınlı bünyedeki 2 No'lu toprak ise kireççe zengin (%5-10) topraklar kategorisine girmektedir(Evliya,1960).

Kumlu bünyeye sahip toprak örneği orta alkalın (pH:8.10), diğer iki toprak örneği ise hafif alkalın (pH:7.40-7.80) reaksiyon göstermektedirler(Kellog,1952).

Total tuz kapsamları yönünden her üç toprak örneği de tuzdan arı topraklar (%total tuz<0.150) grubu içerisinde yer almaktadırlar(Soil Survey Staff,1951).

Toprakların organik madde içeriği incelendiğinde,1 ve 2 No'lu toprakların fakir (<%2),killi-tın bünyeli toprak örneğinin ise organik madde yönünden orta seviyede (%2-6) olduğu saptanmıştır(Akalan,1964).



Kumlu bünyeye sahip toprak örneği azotça fakir (%total N<0.05), tınlı bünyedeki toprak azotça orta (%total N:0.05-0.10), killi-tın bünyeye sahip toprak örneği ise azotça iyi (%total N: 0.1-0.15) seviyededir(Wiegner,1926).

Faydalı fosfor 1 ve 2 No'lu topraklarda iz miktarda,killi-tın bünyeye sahip toprakta ise düşük miktarda (0.8 ppm.) bulunmuştur(Chapman ve Hamer,1961).

Her üç toprak örneği de faydalı potasyum içerikleri yönünden çok yüksek (>0.821 me./100 gr. toprak) topraklar kategorisine girmektedirler(Pizer,1967).

#### 4.2.Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Uygulandığı Topraklarda,Farklı İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan NO<sub>3</sub>-N'u Kapsamı sonuçları ve Tartışması.

Değişik bünyeli topraklara uygulanan farklı amonyum seviyeleri,nem miktarları ve inkubasyon süreçlerinin topraktaki NO<sub>3</sub>-N'u kapsamına etkilerini içeren varyans analiz değerleri Çizelge-3'de verilmiştir.İlgili çizelgeden izlenebileceği gibi,farklı bünyedeki toprakların uyguladığımız değişik kombinasyonlarda inkubasyon sonucu belirlenen NO<sub>3</sub>-N'u miktarlarına önemli düzeyde (%1 düzeyinde) etkisi olduğu saptanmıştır.Bu nedenle araştırma sonuçlarının irdelenmesinde toprak faktörü ele alınacaktır.

Çizelge-2:Tez materyali toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.	(1)x	(2)xx	(3)xxx
Tarla Kapasitesi,%	13.12	26.15	24.30
Nem,%	0.55	1.80	8.05
CaCO <sub>3</sub> ,%	13.45	6.02	14.65
pH.....	8.10	7.50	7.45
% Kum.....	95.44	39.44	29.44
% Mil.....	0.72	44.72	30.72
% Kil.....	3.84	15.84	39.84
Bünye.....	Kum	Tın	Killi-Tın
Özgül Ağırlık,(gr./cm <sup>3</sup> ).....	2.51	2.68	2.62
Suda eriyebilir Total Tuz,%.....	<0.020	0.046	0.061
K.D.K.,(me./100 gr.toprak).....	3.841	15.435	24.928
Organik Madde,%.....	0.2586	1.5516	2.3274
Total azot,%.....	0.016	0.096	0.120
C/N.....	2.5	9.0	11.0
NH <sub>4</sub> -N,(ppm.).....	40.5	12.6	11.9
NO <sub>3</sub> -N,(ppm.).....	6.8	14.0	15.0
Fosfor,(ppm.).....	İz	İz	0.8
Potasyum,(me./100 gr.toprak)....	1.28	0.89	1.28
Kalsiyum,(me./100 gr.toprak)...	11.25	17.50	8.75

xxx:Kil fraksiyonunun başat olduğu toprak örneği.

xx:Mil fraksiyonunun başat olduğu toprak örneği.

x:Kum fraksiyonunun başat olduğu toprak örneği.



Çizelge-3:Değişik bünyeli topraklara uygulanan farklı amonyum seviyeleri,nem miktarları ve inkubasyon süreçlerinin topraktaki NO<sub>3</sub>-N kapsamına etkilerini içeren varyans analiz çizelgesi.

Varyasyonun Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	Hesaplanan F
<b>Tekerrür-Zaman</b>				
Zaman	2	19423,66	9711,93	165,011xx
Hata-I	4	235,43	58,86	
<b>Tekerrür-Zaman-Toprak</b>				
Toprak	2	34118,95	17059,47	1408,767xx
Zaman-Toprak	4	3596,76	899,19	74,255xx
Hata-II	12	145,31	12,11	
<b>Tekerrür-Zaman-Toprak-Doz</b>				
Doz	2	20326,07	10163,04	362,328xx
Zaman-Doz	4	3806,10	951,52	33,923xx
Toprak-Doz	4	18970,52	4742,63	169,082xx
Zaman-Toprak-Doz	8	8232,03	1029,00	36,686xx
Hata-III	36	1009,77	28,05	
<b>Tekerrür-Zaman-Toprak-Doz-Nem</b>				
Nem	1	5271,36	5271,36	99,056xx
Zaman-Nem	2	1093,64	546,82	10,275xx
Toprak-Nem	2	2760,30	1380,15	25,935xx
Doz-Nem	2	2793,76	1396,88	26,249xx
Zaman-Toprak-Nem	4	772,82	193,20	3,631x
Zaman-Doz-Nem	4	1218,47	304,62	5,724xx
Toprak-Doz-Nem	4	3383,06	845,76	15,893xx
Hata-IV	62	3299,38	53,22	

xx: p<0,01

x: p<0,05

4.2.1.Kumlu Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan NO<sub>3</sub>-N'u Miktarları.

Değişik amonyum ve nem düzeylerinin uygulandığı kumlu bünyeye sahip toprakta, farklı inkubasyon süreçleri sonunda oluşan NO<sub>3</sub>-N'u içeriğine ait değerler Çizelge-4'de verilmiştir.

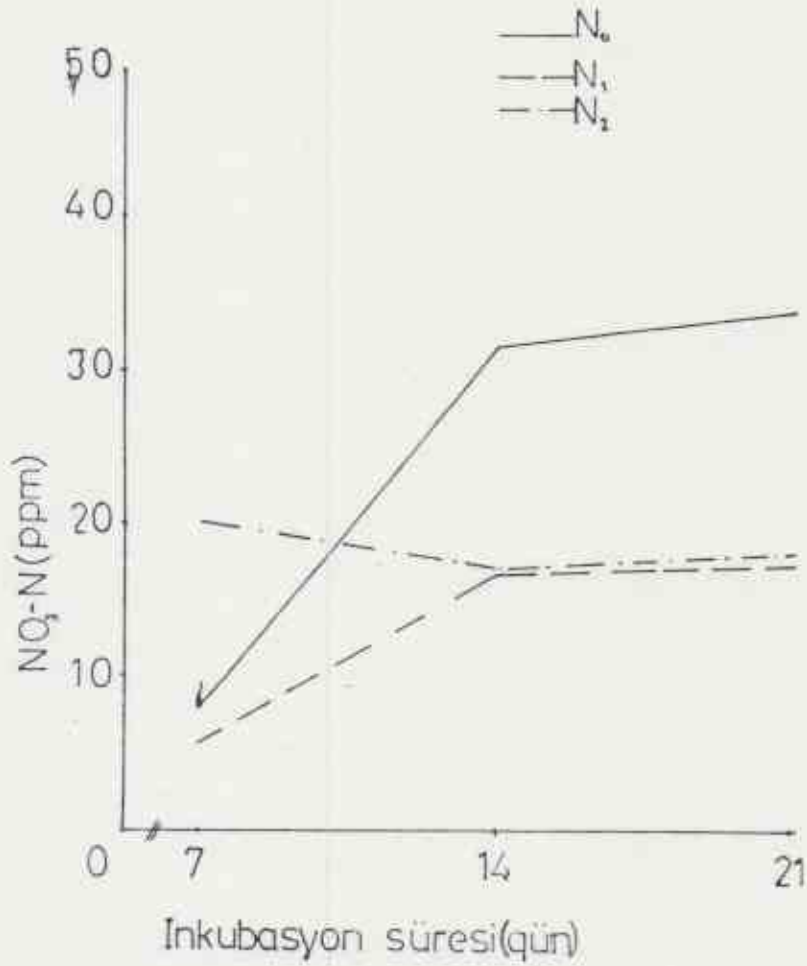
Çizelge-4: Kumlu bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda oluşan NO<sub>3</sub>-N'u değerleri.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri.	Uygulanan Nem Düzeyleri.	Farklı İnkubasyon Süreçlerinde Oluşan NO <sub>3</sub> -N'u (ppm.).		
		7 gün	14 gün	21 gün
No	T.K.'nin %30'u.	7.8	23.8	28.3
No	T.K.'nin %60'ı.	8.3	38.3	39.5
N <sub>1</sub> (300ppm.)	T.K.'nin %30'u.	5.6	16.4	17.0
N <sub>1</sub> (300ppm.)	T.K.'nin %60'ı.	5.9	16.5	17.1
N <sub>2</sub> (600ppm.)	T.K.'nin %30'u.	19.2	17.1	19.2
N <sub>2</sub> (600ppm.)	T.K.'nin %60'ı.	21.2	17.5	16.8

Çizelge-4'den görüldüğü gibi, uygulanan amonyumun No düzeyinde en düşük NO<sub>3</sub>-N'u değeri 7.8 ppm. olup, bu değer ilk 7 gün sonunda ve düşük nem düzeyinde (T.K.'nin %30'u) ortaya çıkmıştır. En yüksek NO<sub>3</sub>-N'u değeri (39.5 ppm.) ise 21 günlük inkubasyon süresi sonunda ve yüksek nem düzeyinde (T.K.'nin %60'ı) saptanmıştır. 300 ppm. amonyum azotunun uygulandığı N<sub>1</sub> düzeyinde de en düşük (5.6 ppm.) ve en yüksek (17.1 ppm.) NO<sub>3</sub>-N'u değerleri yukarıda belirtilen nem düzeyleri ve inkubasyon sürelerinde bulun-

muştur.  $N_0$  ve  $N_1$  düzeylerinden farklı olarak  $N_2$  düzeyinde en düşük  $NO_3-N'$  u değeri (16.8 ppm.), 21 günlük inkubasyon süresi sonunda ve yüksek nem düzeyinde ortaya çıkarken, en yüksek  $NO_3-N'$  u değeri (21.2 ppm.) ise ilk 7 günün bitiminde ve aynı nem düzeyinde belirlenmiştir.

Çizelge-5' de ise, bu toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile değişik inkubasyon süreçlerinin, oluşan  $NO_3-N'$  u içeriğine etkisi ile ilgili değerler görülmektedir. Kum fraksiyonunun yüksek düzeyde bulunduğu bu toprakta, amonyak uygulanmayan kombinasyonda ( $N_0$ ) ilk inkubasyon süresi (7 gün) sonunda oluşan  $NO_3-N'$  u miktarları ile son iki inkubasyon süresi (14 ve 21 gün) sonunda oluşan  $NO_3-N'$  u kapsamları arasında önemli düzeyde farklılık izlenmektedir. Ancak aynı kombinasyonun son iki inkubasyon süresi sonunda oluşan  $NO_3-N'$  u miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Uygulanan amonyumun ilk dozunda da ( $N_1$ ) amonyum uygulanmayana paralel bir durum gözlenmiş olmasına rağmen, en yüksek amonyum dozunda ( $N_2$ ) ise inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $NO_3-N'$  u kapsamları arasında önemli düzeyde farklılık bulunamamıştır. Genel olarak  $N_1$  ve  $N_2$  dozlarında belirlenen  $NO_3-N'$  u miktarlarının  $N_0$  dozuna göre tüm inkubasyon süreleri sonunda daha az düzeyde bulunması; amonyum konsantrasyonunun, nitrifikasyon olayını oluşturan bakteriler üzerine olumsuz yönde etkisi nedenine dayanmaktadır (Çizim-1).



Çizim-1: Kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum miktarlarının, değişik inkubasyon sürelerinde oluşan NO<sub>3</sub>-N' u içeriğine etkisi.

Nitekim bu yönde yapılan bir çok araştırmada; amonyumun, nitrifikasyon olayını oluşturan bakteri popülasyonuna olumsuz yönde etkisi olduğu belirlenmiştir (Parr ve Papendick, 1965; Tisdale ve Nelson, 1966; Larsen, 1971; Page, 1974).



Çizelge-5: Kumlu bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Amonyum Düzeylerinde Oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ (ppm.).		
	$\text{N}_0$	$\text{N}_1$ (300 ppm.)	$\text{N}_2$ (600 ppm.)
7 gün	8.02	5.72	20.23
14 gün	31.08	16.68	17.15
21 gün	33.93	17.27	17.77

L.S.D. (%5): 6.19

L.S.D. (%1): 8.31

Bu toprakta, farklı nem düzeyleri ile inkubasyon sürelerinin, oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  içeriğine olan etkisinin incelenmesinde ise Çizelge-6'da verilen değerler ele alındı. İlgili çizelgede görüldüğü gibi, kumlu bünyeli toprakta farklı nem düzeylerinin değişik inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  içeriğine önemli düzeyde etkisi görülmemiştir. Bunun nedeni, söz konusu toprağın %95.44 oranında kum fraksiyonu içermesi düşünülebilir.

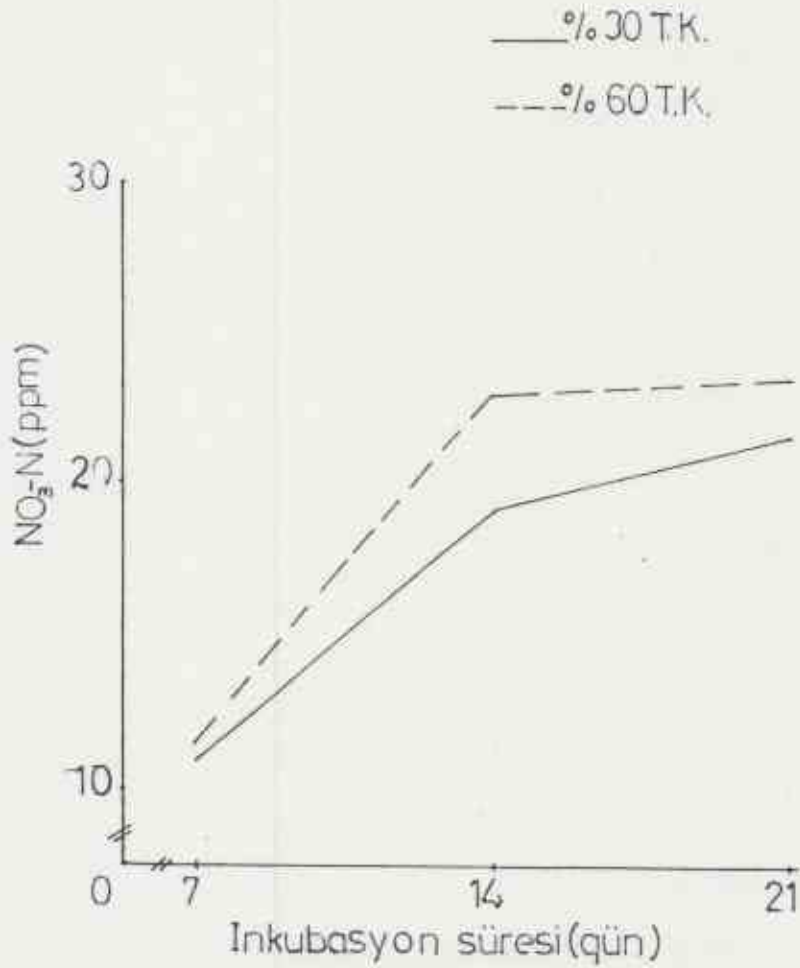
Çizelge-6: Kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$  miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Nem Düzeylerinde Oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'\text{u}$ (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
7 gün	10.88	11.77
14 gün	19.21	24.07
21 gün	21.42	24.56

L.S.D. (%5): 5.99

L.S.D. (%1): 7.77

Aynı çizelgedeki farklı nem düzeylerinde, toprakta değişik inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları incelendiğinde, son iki inkubasyon süreci sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmektedir. Buna karşılık, bu inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriği, ilk inkubasyon sürecine göre (7 gün) önemli düzeyde artış sağlamıştır (Çizim-2).



Çizim-2: Kum fraksiyonunun başat olduğu toprakta, farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.

Yukarıda yapılan bu incelemelerden sonra, kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum ve nem seviyelerinin  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  oluşumu üzerine olan karşılıklı etkileri de araştırılmıştır. Kumlu bünyeli toprakta, değişik amonyum düzeyleri ile farklı toprak nem koşullarının,  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  oluşumu üzerine etkisi ile ilgili değerler Çizelge-7'de verilmiştir. Buna göre, amonyum uygulanmayan koşullarda  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  kapsamı arasında önemli düzeyde bir farklılık belirlenmiş olmasına rağmen, bu yöndeki ilişki amonyum uygulanan düzeylerde gözlenmemiştir. Değişik nem koşullarında amonyum uygulanmayan kombinasyona göre amonyum uygulanan kombinasyonlarda  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  kapsamının düşük olması, bu toprak koşullarında uygulanan amonyumun nitrifikasyon bakterilerinin faaliyetine olumsuz yöndeki etkisi ile birlikte, hafif bünyeli topraklarda  $\text{NH}_3$  halindeki azotun kaybolması ile de açıklanabilir.

Russel (1958)'in, iki hafta inkubasyon süresi içerisinde verdikleri nitrat ürününü esas alarak topraklarda yapmış olduğu verimlilik sınıfına göre bu toprak örneği azot yönünden düşük (25-50 ppm.  $\text{NO}_3\text{-N}'u$ ) topraklar kategorisine girmektedir. Çizelge-7: Kumlu topraklara, farklı nem koşullarında değişik miktarlarda uygulanan amonyumun  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  oluşumuna etkisi.

Uygulanan Amon- yum Düzeyleri	Farklı Nem Düzeylerinde Oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'u$ (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
$\text{N}_0$	19.98	28.71
$\text{N}_1$ (300 ppm.)	13.22	13.22
$\text{N}_2$ (600 ppm.)	18.31	18.46

L.S.D. (%5): 5.81

L.S.D. (%1): 7.72



4.2.2. Tınlı Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan  $NO_3-N$ 'u Miktarları.

Değişik amonyum ve nem düzeylerinin uygulandığı tınlı bünyeye sahip toprakta, farklı inkubasyon süreçleri sonunda oluşan  $NO_3-N$ 'u içeriğine ait değerler Çizelge-8'de verilmiştir. Çizelge-8: Tınlı bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda oluşan  $NO_3-N$ 'u değerleri.

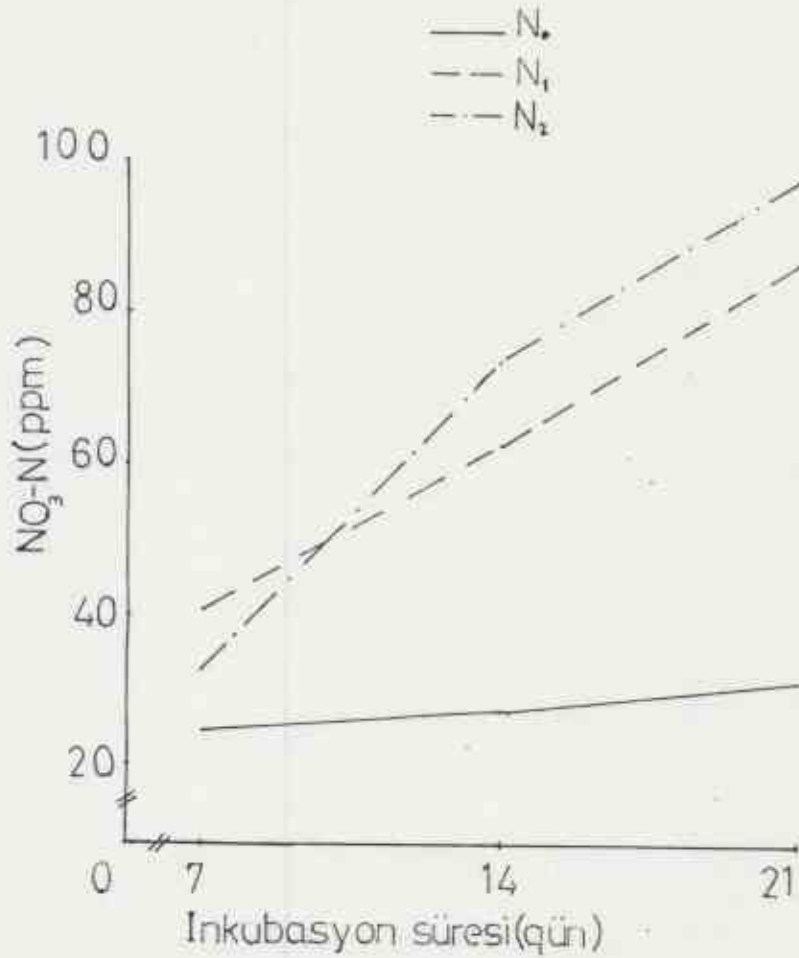
Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Uygulanan Nem Düzeyleri	Farklı İnkubasyon Süreçlerinde Oluşan $NO_3-N$ 'u (ppm.).		
		7 gün	14 gün	21 gün
No	T.K.'nin %30'u.	24.8	25.6	<u>32.2</u>
No	T.K.'nin %60'ı.	<u>24.5</u>	28.8	<u>31.4</u>
$N_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %30'u.	<u>36.3</u>	71.6	82.8
$N_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %60'ı.	43.8	52.8	<u>90.3</u>
$N_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %30'u.	<u>29.7</u>	57.4	77.0
$N_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %60'ı.	36.4	89.1	<u>117.9</u>

Çizelgeden izlendiği gibi, uygulanan amonyumun No düzeyinde en düşük  $NO_3-N$ 'u değeri 24.5 ppm. olup, bu değer ilk 7 gün sonunda ve yüksek nem düzeyinde (T.K.'nin %60'ı) ortaya çıkmıştır. En yüksek  $NO_3-N$ 'u değeri (32.2 ppm.) ise 21 günlük inkubasyon süresi sonunda ve düşük nem düzeyinde (T.K.'nin %30'u) saptanmıştır. 300 ppm. amonyum azotunun uygulandığı  $N_1$  düzeyinde ve 600 ppm. amonyum azotunun uygulandığı  $N_2$  düzeyinde, en az  $NO_3-N$ 'u değerleri (36.3 ppm. ve 29.7 ppm.) düşük nem düzeyinde ve ilk



7 günün bitiminde bulunurken, en fazla  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u değerleri (90.3 ppm. ve 117.9 ppm.) ise yüksek nem düzeyinde ve 21 günlük inkubasyon süresi sonunda belirlenmiştir.

Çizelge-9'da ise, bu toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile değişik inkubasyon süreçlerinin, oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi ile ilgili değerler görülmektedir. Buna göre, amonyum uygulanmayan kombinasyonda, yalnız birinci (7 gün) ve sonuncu (21 gün) inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içerikleri arasındaki farklılık önemli düzeyde olmuştur (Çizim-3).



Çizim-3: Tın bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum miktarlarının, değişik inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.

Amonyum uygulanan seviyelerde, tüm inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içerikleri arasında da önemli düzeyde farklılık izlenmektedir. Genel olarak, inkubasyon süreci arttıkça toprakta belirlenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriği de artmaktadır. Bu durum bize tın bün-yeye sahip toprakta amonyum ilâvesi sonucu nitrifikasyonun faz-lalaştığını göstermektedir. Nitekim amonyum uygulanan kombinas-yonlarda toprakta belirlenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u kapsamı No'a göre daha yük-sek düzeyde bulunmuştur. Toprağa amonyum ilâvesi sonucunda top-rakta oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğinin artışı, bu yönde yapılan araştı-rmalarla da belirlenmiştir (Nommik ve Nilsson, 1963; Parr ve Papen-dick, 1965; Cochran ve ark., 1975).

Çizelge-9: Tınlı toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları.

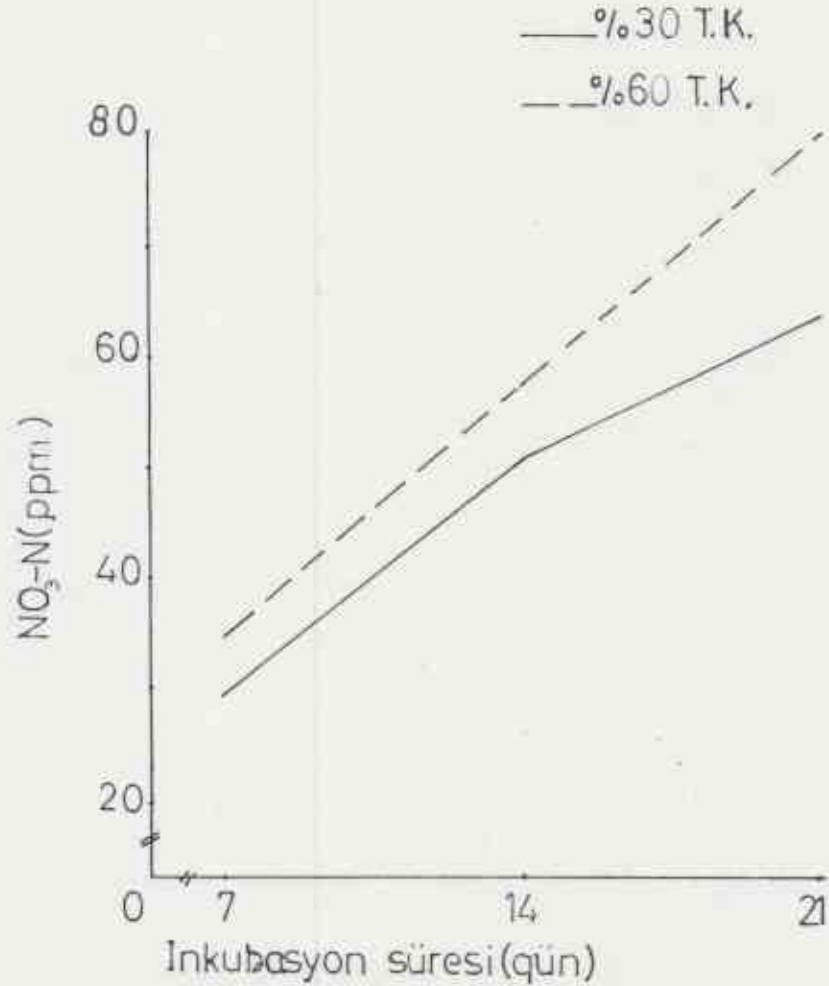
İnkubasyon Süreleri	Farklı Amonyum Düzeylerinde Oluşan $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u (ppm.).		
	No	$\text{N}_1$ (300 ppm.)	$\text{N}_2$ (600 ppm.)
7 gün	24.43	40.10	32.55
14 gün	27.10	62.23	73.27
21 gün	31.83	86.57	97.47

L.S.D. (%5): 6.19

L.S.D. (%1): 8.31

Bu toprakta, farklı nem düzeyleri ile inkubasyon süreleri-nin, oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine olan etkisinin incelenmesinde ise Çizelge-10'da verilen değerler ele alındı. İlgili çizelgede gö-rüldüğü gibi, 7 ve 14 günlük inkubasyon süreleri sonunda toprakta oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriklerine nem düzeylerinin etkileri önemli dü-zeyde olmamasına rağmen, 21 günlük inkubasyon süresi sonunda nem

düzeylerinin topraktaki  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u oluşumuna etkisi önemli bulunmuştur. Farklı nem koşullarında inkubasyon süresinin artması ile söz konusu topraktaki  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğinde önemli düzeyde artışlar izlenmiştir(Çizim-4).



Çizim-4: Tan fraksiyonunun başat olduğu toprakta, farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.

Bu yönde septanan gelişmeler diğer kimi araştırmacıların bulguları ile desteklenmektedir (Nomnik ve Nilsson, 1963; Kovancı, 1969).

Çizelge-10:Tınlı toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Nem Düzeylerinde Oluşan $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'u
7 gün	29.97	37.76
14 gün	51.56	56.84
21 gün	64.01	79.90

L.S.D.(%5):5.99

L.S.D.(%1):7.97

Yukarıda açıklanan bu incelemelerin yanında,tınlı toprağa uygulanan farklı amonyum ve nem düzeylerinin  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u oluşumu üzerine olan etkileri de araştırılmıştır.Tın bünyeli toprakta, değişik amonyum düzeyleri ile farklı toprak nem koşullarının,  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u oluşumu üzerine etkisi ile ilgili değerler Çizelge-11'de verilmiştir.Çizelgeden izlenebileceği gibi,amonyumun en yüksek dozunda (600 ppm.  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u) toprağa uygulanan her iki nem düzeyinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları arasında önemli düzeyde farklılık bulunmuştur.Buna karşılık,amonyum uygulanmayan ve 300 ppm. amonyum azotu uygulanan seviyelerde,topraklardaki farklı nem düzeylerinin oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u üzerine etkisi önemli düzeyde olmamıştır.Bunun yanında her iki nem düzeyinde de amonyum seviyelerinin arttırılması sonucunda toprakta oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğinde önemli düzeyde artışlar sağlanmıştır.Nitekim Kovancı (1969),topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğinin artması ile inkubasyon sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarlarının da arttığını belirtmektedir.



Çizelge-11:Tınlı topraklara, farklı nem koşullarında değişik miktarlarda uygulanan amonyumun  $NO_3-N$ 'u oluşumuna etkisi.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Farklı Nem Düzeylerinde Oluşan $NO_3-N$ 'u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
No	27.56	28.02
N <sub>1</sub> (300 ppm.)	63.61	62.32
N <sub>2</sub> (600 ppm.)	54.37	81.16
L.S.D.(%5):5.81		
L.S.D.(%1):7.72		

Russel (1958)'in, 2 hafta inkubasyon süresi içerisinde verdikleri nitrat ürününü esas alarak topraklarda yapmış olduğu verimlilik sınıfına göre, bu toprak örneği azot yönünden düşük (25-50 ppm.  $NO_3-N$ 'u) topraklar kategorisine girmektedir.

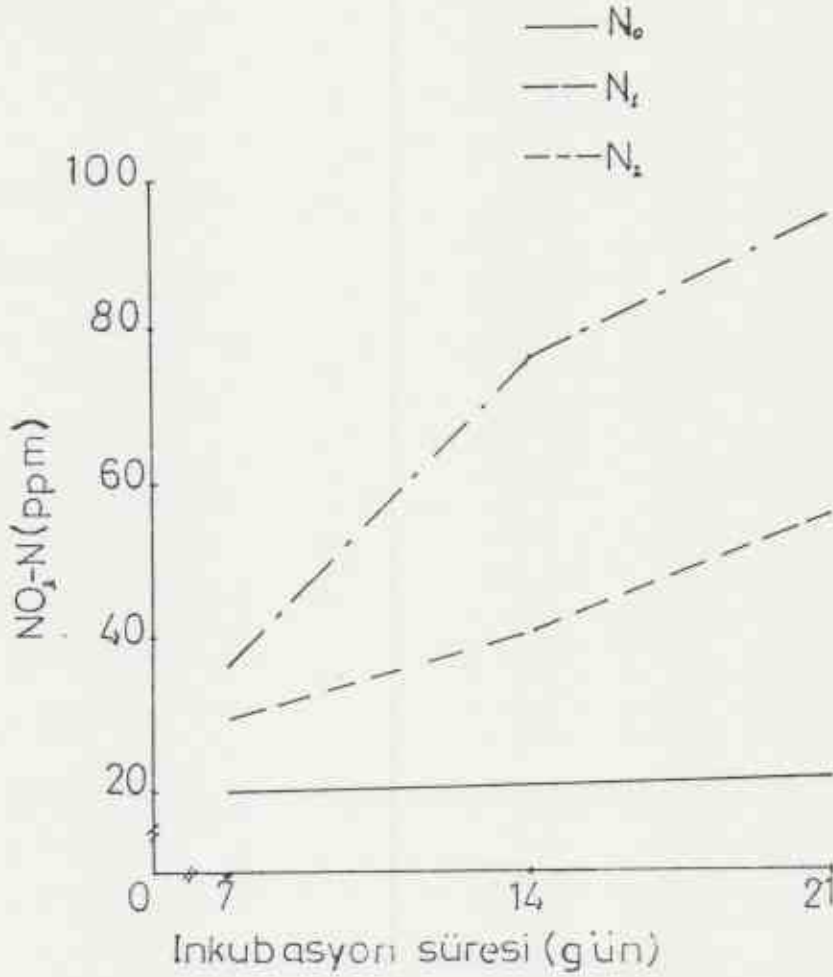
#### 4.2.3. Killi-tın Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Oluşan $NO_3-N$ 'u Miktarları.

Değişik amonyum ve nem düzeylerinin uygulandığı killi-tın bünyeye sahip toprakta, farklı inkubasyon süreçleri sonunda oluşan  $NO_3-N$ 'u içeriğine ait değerler Çizelge-12'de verilmiştir. Çizelgeden izlendiği gibi; amonyumun uygulanmadığı No düzeyinde, 300 ppm. amonyum azotunun uygulandığı N<sub>1</sub> düzeyinde ve 600 ppm. amonyum azotunun uygulandığı N<sub>2</sub> düzeyinde de, en az  $NO_3-N$ 'u değerleri (20.0 ppm., 23.6 ppm. ve 31.9 ppm.) düşük nem düzeyinde ve ilk 7 günün bitiminde ortaya çıkarken, en fazla  $NO_3-N$ 'u değerleri (22.8 ppm., 73.5 ppm. ve 125.3 ppm.) ise yüksek nem düzeyinde ve 21 günlük inkubasyon süresi sonunda saptanmıştır.

Çizelge-12: Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  değerleri.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Uygulanan Nem Düzeyleri	Farklı İnkubasyon Süreçlerinde Oluşan $\text{NO}_3\text{-N}'u$ (ppm.).		
		7 gün	14 gün	21 gün
No	T.K.'nin %30'u	<u>20.0</u>	20.1	21.5
No	T.K.'nin %60'ı	20.6	21.9	<u>22.8</u>
$\text{N}_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %30'u	<u>23.6</u>	28.3	37.4
$\text{N}_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %60'ı	36.9	52.8	<u>73.5</u>
$\text{N}_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %30'u	<u>31.9</u>	49.2	64.4
$\text{N}_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %60'ı	41.7	103.6	<u>125.3</u>

Çizelge-13'te ise, bu toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile değişik inkubasyon süreçlerinin, oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  içeriğine etkisi ile ilgili değerler görülmektedir. Buna göre, amonyum uygulanmayan düzeyde farklı inkubasyon sürelerinin toprakta  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  oluşumu farklı bulunmamıştır. Oysa, kum ve tın bünyeli topraklarda amonyumun bu düzeyinde, inkubasyon sürecinin toprakta etkisi  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  içeriğini artırıcı yönde olmuştur.  $\text{N}_1$  ve  $\text{N}_2$  düzeylerinde çizelgeden de izleneceği gibi, inkubasyon süresi arttıkça bu toprakta oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  içeriği de önemli düzeyde artmaktadır. Ayrıca uygulanan amonyum düzeyleri arasında, farklı inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  miktarlarında da önemli farklılıklar izlenmektedir. Killi-tın bünyeye sahip toprakta, uygulanan amonyum miktarına bağlı olarak farklı inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}'u$  içeriği artmaktadır (Çizim-5).



Çizim-5:Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum miktarlarının,değişik inkubasyon sürelerinde oluşan NO<sub>3</sub>-N'u içeriğine etkisi.

Buna benzer sonuçlar diğer bazı araştırmacılar tarafından da saptanmıştır(Tisdale ve Nelson,1966;Kovancı,1969).

Çizelge-13:Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan NO<sub>3</sub>-N'u miktarları.

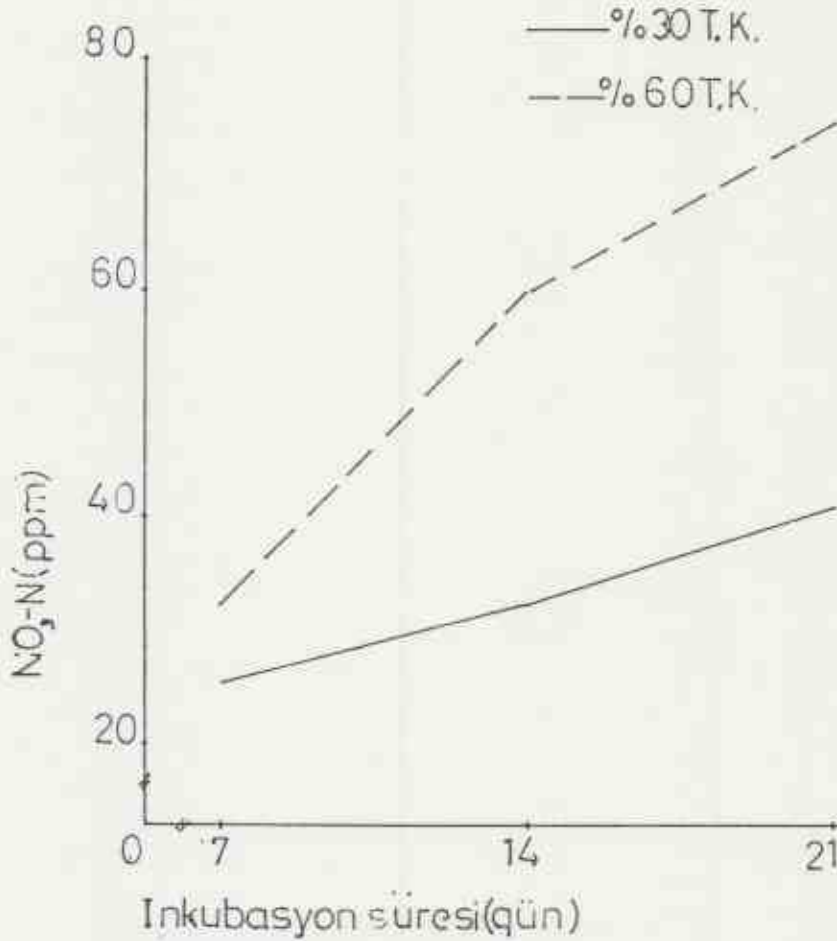
İnkubasyon Süreleri	Farklı Amonyum Düzeylerinde Oluşan NO <sub>3</sub> -N' u ( ppm. ).		
	No	N <sub>1</sub> (300 ppm.)	N <sub>2</sub> (600 ppm.)
7 gün	20.33	29.85	36.87
14 gün	21.03	40.57	76.42
21 gün	22.20	55.47	94.85

L.S.D.(%5):6.19

L.S.D.(%1):8.31



Bu toprakta, farklı nem düzeyleri ile inkubasyon sürelerinin, oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine olan etkisinin incelenmesinde ise Çizelge-14'de verilen değerler ele alındı. Çizelgeden izlenebileceği gibi, farklı nem düzeylerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları ilk 7 günlük inkubasyon süresi sonunda farklı çıkmamış, buna karşılık 14 ve 21 günlük inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriklerinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Belirli nem düzeylerinde farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları da aynı şekilde farklı bulunmuştur (Çizim-6).



Çizim-6: Kil fraksiyonunun başat olduğu toprakta, farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.



Bu yönde, araştırmada saptanan gelişmeler pek çok araştırıcının elde ettiği bulgularla benzerlik göstermektedir (Black, 1957; Nemmik ve Nilsson, 1963; Güner ve Çolakoğlu, 1969).

Çizelge-14: Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon sürelerinde oluşan  $NO_3-N$ 'u miktarları.

İnkubasyon Süreleri Farklı Nem Düzeylerinde Oluşan  $NO_3-N$ 'u (ppm.).

Süreleri	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
7 gün	29.41	33.12
14 gün	32.57	59.44
21 gün	41.13	73.88

L.S.D.(%5):5.99

L.S.D.(%1):7.97

Yukarıda yapılan bu incelemelerden sonra, killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum ve nem düzeylerinin  $NO_3-N$ 'u oluşumu üzerine olan karşılıklı etkileri de araştırılmıştır. Killi-tın bünyeli toprakta, değişik amonyum seviyeleri ile farklı toprak nem koşullarının,  $NO_3-N$ 'u oluşumu üzerine etkisi ile ilgili değerler Çizelge-15'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, amonyumun uygulanmadığı No düzeyinde, bu toprak koşullarında oluşan  $NO_3-N$ 'u içeriğine nem miktarının önemli düzeyde etkisi olmamıştır. Buna karşılık, amonyumun uygulandığı  $N_1$  ve  $N_2$  düzeylerinde toprakta oluşan  $NO_3-N$ 'u içeriğine farklı toprak nem düzeylerinin etkisi önemli bulunmuştur.  $N_1$  düzeyinde belirlenen  $NO_3-N$ 'u içerikleri,  $N_2$  düzeyine nazaran her iki nem kapsamında da daha düşük düzeydedir. Killi-tın toprakta belirlenen bu durum, tınlı toprak ile paralel bir gelişme göstermektedir. Kumlu toprakta ise No düzeyinde nem seviyelerinin topraktaki  $NO_3-N$ 'u içeriğine etkisi önemli olmuştur.

Çizelge-15:Killi-tın topraklara,farklı nem koşullarında değişik miktarlarda uygulanan amonyumun  $NO_3-N$ 'u oluşumuna etkisi.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Farklı Nem Düzeylerinde Oluşan $NO_3-N$ 'u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
No	20.59	21.79
$N_1$ (300 ppm.)	29.49	54.43
$N_2$ (600 ppm.)	48.53	90.22
L.S.D.(%5):5.81		
L.S.D.(%1):7.72		

Russel (1958)'ın,2 hafta inkubasyon süresi içerisinde verdikleri nitrat ürününü esas alarak topraklarda yapmış olduğu verimlilik sınıfına göre,bu toprak örneği azot yönünden çok düşük ( $NO_3-N$ 'u <25 ppm.) topraklar sınıfına girmektedir.

#### 4.3.Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Uygulandığı Topraklarda,Farklı Inkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen $NH_4-N$ 'u Kapsamına Ait Sonuçlar ve Tartışması.

Değişik bünyeli topraklara uygulanan farklı amonyum düzeyleri,nem miktarları ve inkubasyon süreçlerinin topraktaki amonyum azotu kapsamına etkilerini içeren varyans analiz değerleri Çizelge-16'da verilmiştir.İlgili çizelgeden izlenebileceği gibi,farklı bünyedeki toprakların,uyguladığımız değişik kombinasyonlarda inkubasyon sonucu belirlenen  $NH_4-N$ 'u miktarlarına önemli düzeyde (%1 düzeyinde) etkisi olduğu saptanmıştır.Bu nedenle  $NO_3-N$ 'u sonuçlarının tartışılmasında olduğu gibi,burada da araştırma sonuçlarının irdelenmesinde toprak faktörü ele alınacaktır.

Çizelge-16:Değişik bünyeli topraklara uygulanan farklı amonyum seviyeleri,nem miktarları ve inkubasyon süreçlerinin toprakta-ki NH<sub>4</sub>-N kapsamına etkilerini içeren varyans analiz çizelgesi.

Varyasyonun Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	Hesaplanan F
Tekerrür-Zaman				
Zaman	2	144148,9	72074,4	1757,049xx
Hata-I	4	164,1	41,0	
Tekerrür-Zaman-Toprak				
Toprak	2	177752,4	88876,2	1967,62xx
Zaman-Toprak	4	17694,6	4423,7	97,937xx
Hata-II	12	542,0	45,2	
Tekerrür-Zaman-Toprak-Doz				
Doz	2	1978515,0	9892575,5	24275,066xx
Zaman-Doz	4	67865,4	16966,3	416,332xx
Toprak-Doz	4	434079,6	108519,9	2662,934xx
Zaman-Toprak-Doz	8	30481,7	3810,2	93,498xx
Hata-III	36	1467,1	40,8	
Tekerrür-Zaman-Toprak-Doz-Nem				
Nem	1	44850,0	44850,0	224,052xx
Zaman-Nem	2	3986,5	1993,2	9,957xx
Toprak-Nem	2	28333,7	14166,9	70,772xx
Doz-Nem	2	16702,5	8351,3	41,719xx
Zaman-Toprak-Nem	4	2838,0	709,5	3,544x
Zaman-Doz-Nem	4	3677,9	919,5	4,593xx
Toprak-Doz-Nem	4	19696,5	4924,1	24,599xx
Hata-IV	62	12410,9	200,2	

xx:  $p < 0,01$

x:  $p < 0,05$



4.3.1.Kum Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $NH_4-N$ 'u Miktarları.

Değişik amonyum ve nem düzeylerinin uygulandığı kumlu bünyeye sahip toprakta, farklı inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u içeriğine ait değerler Çizelge-17'de verilmiştir. Çizelge-17:Kumlu bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u değerleri.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Uygulanan Nem Düzeyleri	Farklı İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.).		
		7 gün	14 gün	21 gün
No	T.K.'nin %30'u	44.2	39.2	26.8
No	T.K.'nin %60'ı	43.1	16.5	13.3
$N_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %30'u	147.2	118.0	96.3
$N_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %60'ı	155.4	126.8	105.5
$N_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %30'u	206.1	138.8	104.9
$N_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %60'ı	190.6	151.9	120.6

Çizelge-17'den görüldüğü gibi, uygulanan amonyumun No düzeyinde en yüksek  $NH_4-N$ 'u değeri 44.2 ppm. olup, bu değer ilk 7 gün sonunda ve düşük nem düzeyinde (T.K.'nin %30'u) ortaya çıkmıştır. En düşük  $NH_4-N$ 'u değeri (13.3 ppm.) ise 21 günlük inkubasyon süresi sonunda ve yüksek nem düzeyinde (T.K.'nin %60'ı) saptanmıştır. 300 ppm.  $NH_4-N$ 'unun uygulandığı  $N_1$  düzeyinde ve 600 ppm.  $NH_4-N$ 'unun uygulandığı  $N_2$  düzeyinde ise en az  $NH_4-N$ 'u değerleri (96.3 ppm. ve 104.9 ppm.) düşük nem düzeyinde ve 21 günlük inkubasyon süresi sonunda belirlenmiştir. Bu iki azot düzeyinde en



yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerleri ise ilk 7 günün bitiminde, fakat farklı nem düzeylerinde ortaya çıkmışlardır.  $\text{N}_1$  düzeyinde 155.4 ppm. olan bu değer yüksek nem düzeyinde bulunurken,  $\text{N}_2$  düzeyinde en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değeri (206.1 ppm.) düşük nem düzeyinde saptanmıştır.

Çizelge-18'de ise, bu toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile değişik inkubasyon süreçlerinde belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine ait değerler görülmektedir. Buna göre, farklı inkubasyon süreçleri sonunda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kapsamları,  $\text{N}_1$  ve  $\text{N}_2$  dozunda önemli düzeyde azalma göstermiştir. Amonyum uygulanmayan koşullarda da (No), genel olarak inkubasyon süresi arttıkça topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriği azalmakta ve bu azalış diğer bulunan değerlere göre hemen hemen aynı oranlarda olmaktadır (Çizim-7).

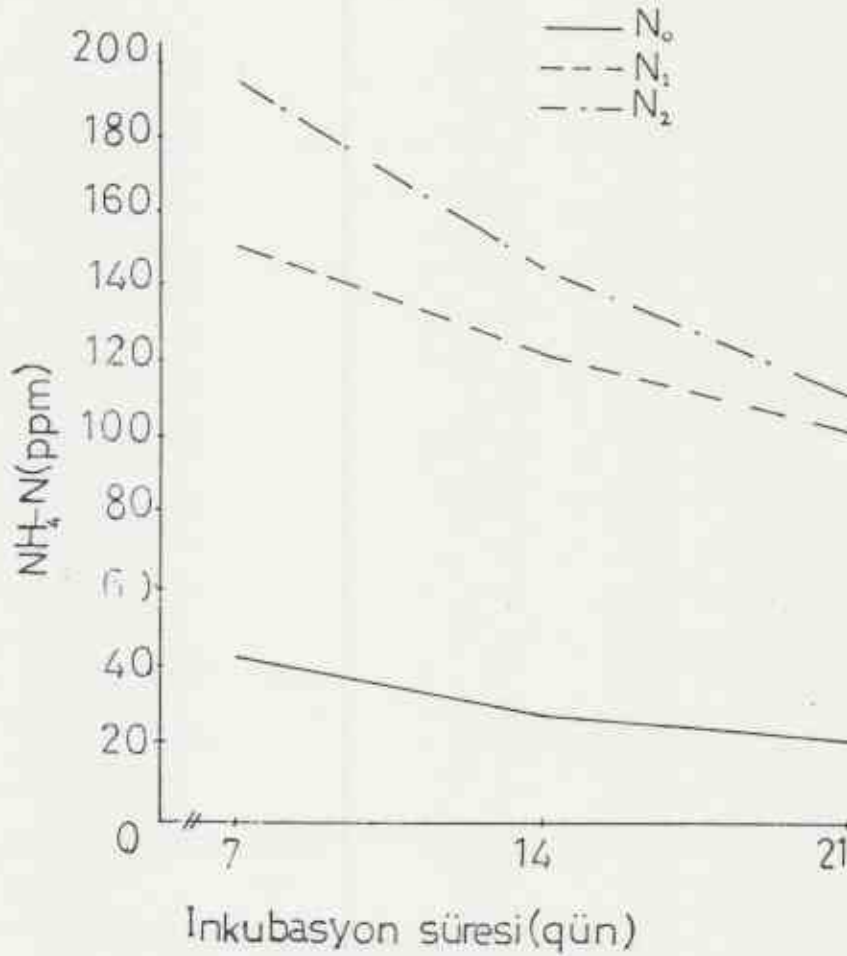
Kumlu bünyeli toprakta  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'unun gaz halindeki kayıplarının fazla olduğu Çizelge-18'den anlaşılmaktadır. Çizelge-5'deki  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u kapsamlarının düşük olması bizim bu yöndeki bulgumuzu kuvvetlendirmektedir. Bremner ve Douglas (1971); 14 günlük inkubasyon sonunda, toprağa tatbik edilen üre formundaki azotun %61'ine varan değerlerinin  $\text{NH}_3$  halinde kaybolduğunu bildirmektedirler. Bu konuda yapılan diğer bir araştırmada, toprağa ilave edilen  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  miktarı arttıkça topraktan  $\text{NH}_3$  halindeki azot kayıplarının da arttığı belirlenmiştir (Fenn ve Kissel, 1974). Chao ve Kroontje (1964),  $\text{NH}_4\text{OH}$ 'in farklı miktarlarını dört değişik toprağa uygulamışlar ve deneme sonunda uygulanan  $\text{NH}_4\text{OH}$  miktarına bağlı olarak  $\text{NH}_3$  halindeki azot kaybının da arttığını belirlemişlerdir.

Çizelge-18: Kumlu bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Amonyum Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.)					
	No	%Azalış	$N_1$ (300 ppm.)	%Azalış	$N_2$ (600 ppm.)	%Azalış
7 gün	43.6	100	151.4	100	196.1	100
14 gün	27.9	63.9	122.4	80.8	145.3	74.0
21 gün	21.6	77.4	100.4	82.0	112.8	77.6

L.S.D.(%5):7.57

L.S.D.(%1):10.16



Çizim-7: Kum bünyeli toprağa uygulanan amonyum miktarlarının değişik inkubasyon süreleri sonunda toprakta  $NH_4-N$ 'u içeriğine etkisi.

Farklı nem düzeyleri ile inkubasyon sürelerinin, bu topraktaki  $NH_4-N$ 'u içeriğine olan etkisinin incelenmesinde ise Çizelge-19'da verilen değerler ele alındı.

Çizelge-19: Kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u miktarları.

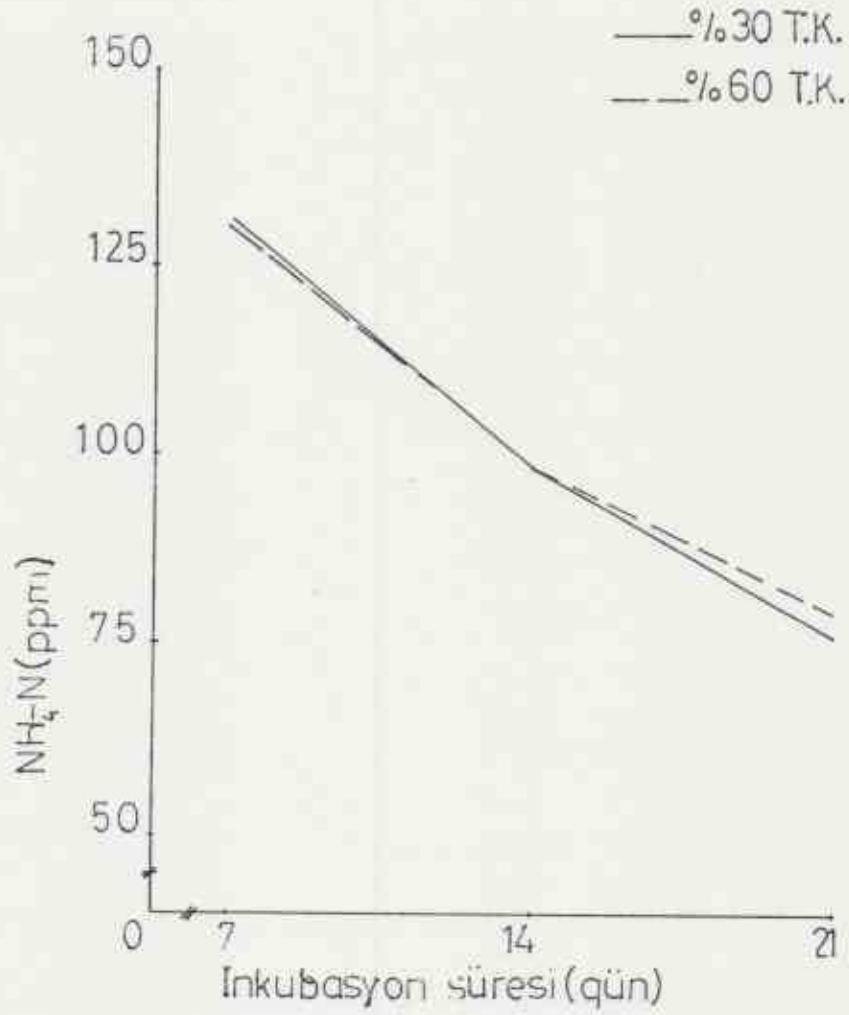
İnkubasyon Süreleri	Farklı Nem Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
7 gün	131.0	129.8
14 gün	98.7	98.4
21 gün	76.0	80.5

L.S.D.(%5):10.41

L.S.D.(%1):13.85

İlgili çizelgede görüldüğü gibi, kumlu toprağa uygulanan nem düzeylerinin, farklı inkubasyon periyodlarında belirlenen  $NH_4-N$ 'u içeriğine önemli düzeyde etkisi bulunamamıştır. Bu sonuç bize, %95.44 düzeyinde kum fraksiyonu içeren bu topraklarda farklı nem düzeylerinin, amonyanın uygulanmasından sonra topraktaki  $NH_4-N$ 'u miktarlarına önemli etkisinin olmadığını göstermektedir (Çizim-8).

Yukarıda yapılan bu incelemelerin yanında, kumlu bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum ve nem düzeylerinin  $NH_4-N$ 'u içeriğine olan karşılıklı etkileri de araştırılmıştır. Kumlu bünyeli toprakta, değişik amonyum düzeyleri ile farklı toprak nem koşullarının etkisi sonucunda toprakta belirlenen  $NH_4-N$ 'u içeriğine ait değerler Çizelge-20'de verilmiştir. Buna göre, amonyumun farklı dozlarının uygulanması ile toprakta belirlenen  $NH_4-N$ 'u içeriklerine, farklı nem düzeylerinin etkisi önemli düzeyde olmamıştır.



Çizim-8: Kum fraksiyonunun başat olduğu toprakta farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda, topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.

Buna karşılık amonyumun uygulanmadığı No düzeyinde nem kapsamının, topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarına bu toprak koşulları içerisinde önemli düzeyde (%5 düzeyinde) etkisi söz konusudur.



Çizelge-20: Kumlu topraklara uygulanan farklı amonyum miktarları ile farklı nem düzeylerinin etkisi sonucunda toprakta belirlenen  $NH_4-N'$  u miktarları.

Uygulanan Amon- yum Düzeyleri	Farklı Nem Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N'$ u (ppm.) T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
No	36.7	25.4
N <sub>1</sub> (300 ppm.)	120.5	129.0
N <sub>2</sub> (600 ppm.)	148.5	154.4
L.S.D.(%5):10.34		
L.S.D.(%1):13.80		

4.3.2. Tın Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $NH_4-N'$  u Miktarları.

Değişik amonyum ve nem düzeylerinin uygulandığı tınlı toprakta, farklı inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $NH_4-N'$  u içeriğine ait değerler Çizelge-21'de verilmiştir.

Çizelge-21: Tın bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $NH_4-N'$  u değerleri.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Uygulanan Nem Düzeyleri	Farklı İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen $NH_4-N'$ u (ppm.).		
		7 gün	14 gün	21 gün
No	T.K.'nin %30'u	13.9	13.5	11.9
No	T.K.'nin %60'ı	14.2	13.1	12.8
N <sub>1</sub> (300ppm.)	T.K.'nin %30'u	181.2	121.2	90.6
N <sub>1</sub> (300ppm.)	T.K.'nin %60'ı	126.9	52.3	34.8
N <sub>2</sub> (600ppm.)	T.K.'nin %30'u	424.2	292.6	266.5
N <sub>2</sub> (600ppm.)	T.K.'nin %60'ı	438.4	221.6	164.1

Çizelge-21'den görüldüğü gibi, uygulanan amonyumun No düzeyinde en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değeri 14.2 ppm. olup, bu değer ilk 7 gün sonunda ve yüksek nem düzeyinde (T.K.'nin %60'ı) saptanmıştır. En düşük  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değeri (11.9 ppm.) ise 21 günlük inkubasyon süresi sonunda ve düşük nem düzeyinde (T.K.'nin %30'u) saptanmıştır. 300 ppm.  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'unun uygulandığı  $\text{N}_1$  düzeyinde ve 600 ppm.  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'unun uygulandığı  $\text{N}_2$  düzeyinde ise en düşük  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerleri (34.8 ppm. ve 164.1 ppm.) yüksek nem düzeyinde ve 21 günlük inkubasyon süresi sonunda belirlenmiştir. Bu iki azot düzeyinde en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerleri ise ilk 7 günün bitiminde, fakat farklı nem düzeylerinde ortaya çıkmışlardır.  $\text{N}_1$  düzeyinde 181.2 ppm. olan bu değer düşük nem düzeyinde bulunurken,  $\text{N}_2$  düzeyinde en fazla  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değeri (438.4 ppm.) yüksek nem düzeyinde saptanmıştır.

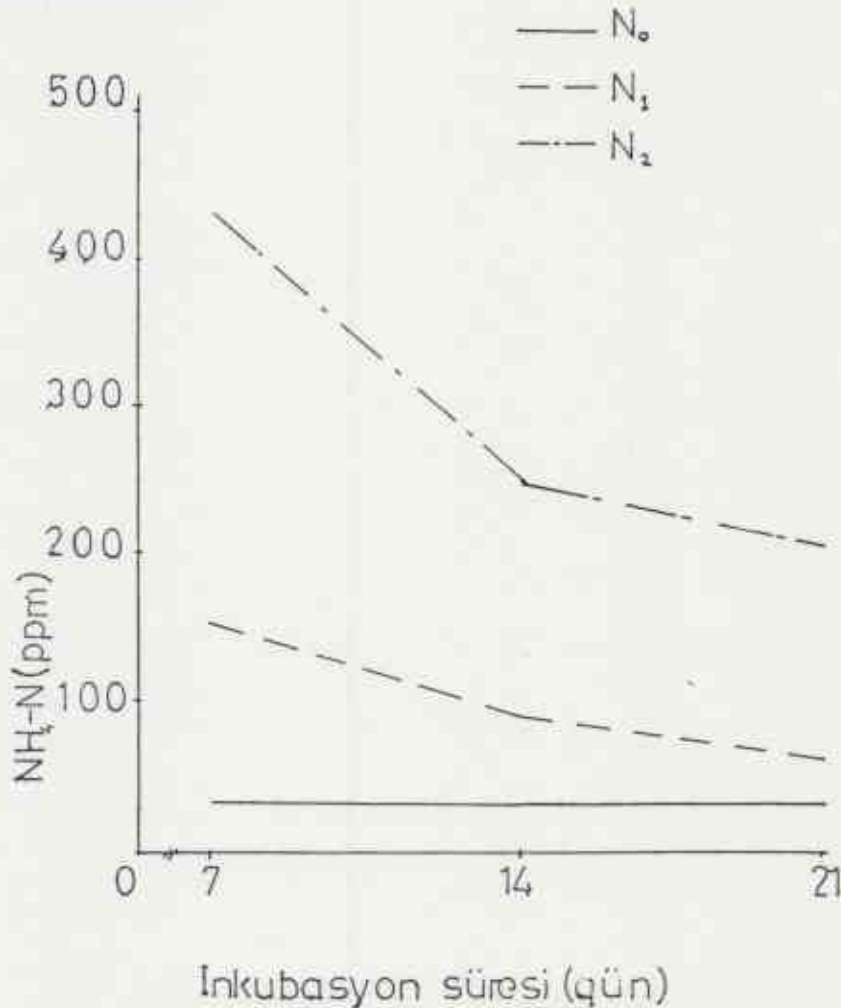
Çizelge-22'de ise, bu toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarlara ile değişik inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine ait değerler görülmektedir. Buna göre, inkubasyon süreci arttıkça, tınlı toprakta belirlenen amonyum miktarlarında önemli düzeyde düşüşler gözlenmektedir. Ancak amonyumun uygulanmadığı No düzeyinde belirlenen amonyum azotu miktarlarında, inkubasyon süreçlerine bağlı olarak izlenen azalma önemli düzeyde bulunmamıştır (Çizim-9). Bu yönde yapılan araştırmalar da bulgumuzu doğrular niteliktedir. Nitekim Kevancı (1969), İzmir ili topraklarında farklı inkubasyon süreçleri sonunda toprakta  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'unun azaldığını belirlemiştir.

Çizelge-22:Tın bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Amonyum Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.)					
	$N_0$	%Azalış	$N_1(300 \text{ ppm.})$	%Azalış	$N_2(600 \text{ ppm.})$	%Azalış
7 gün	14.1	100	154.1	100	431.3	100
14 gün	13.3	94.3	86.8	56.3	257.1	59.6
21 gün	12.4	93.2	62.7	72.2	215.3	83.74

L.S.D.(%5):7.57

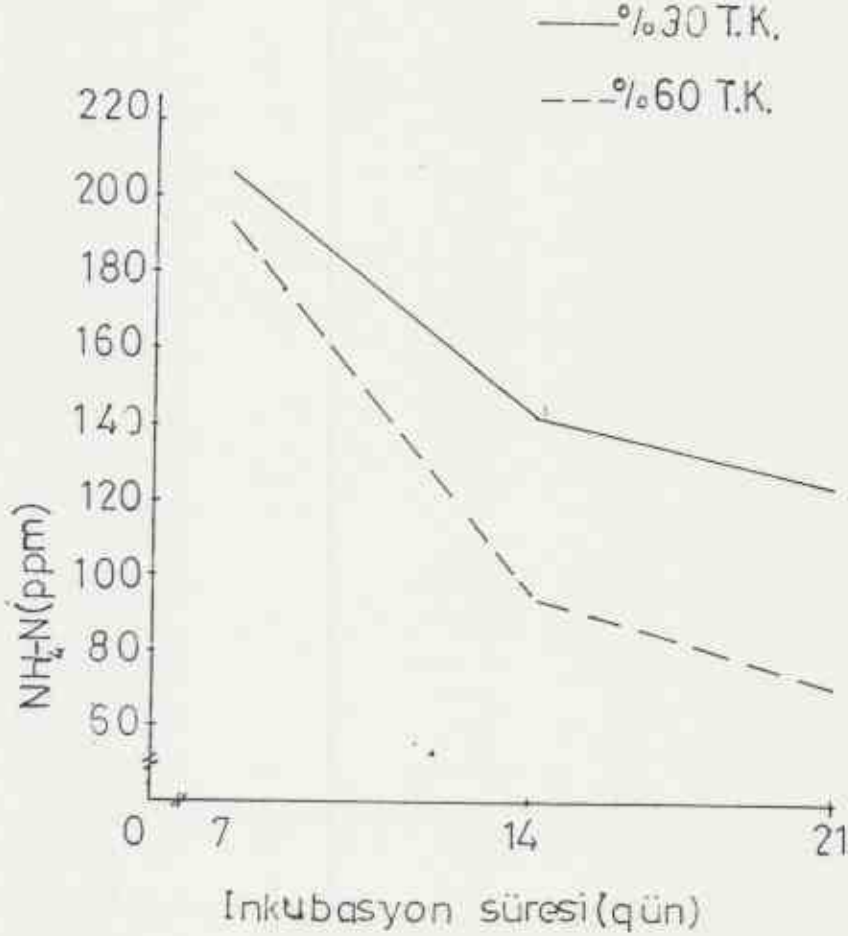
L.S.D.(%1):10.16



Çizim-9:Tın bünyeli toprağa uygulanan amonyum miktarlarının değişik inkubasyon süreleri sonunda toprakta  $NH_4-N$ 'u içeriğine etkisi.



Farklı nem düzeyleri ile inkubasyon sürelerinin, bu topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine olan etkisinin incelenmesinde ise Çizim-23'de verilen değerler ele alındı. Söz konusu toprakta, nem düzeylerinin farklı inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarlarına önemli düzeyde etkisi olduğu saptanmıştır (Çizim-10).



Çizim-10: Tan fraksiyonunun başat olduğu toprakta farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda, topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.

Genel olarak bu toprak koşulları içerisinde, uygulanan nem miktarı arttıkça toprakta belirlenen amonyum içeriğinde önemli düzeyde düşmeler gözlenmektedir. Her iki nem düzeyinde de inkubasyon süresi arttıkça, toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriklerinde önemli azalmalar meydana gelmektedir. Bu azalışın nedeni ise, toprakta za-



mana bağımlı olarak nitrifikasyon olayı ile  $\text{NH}_4\text{-N}'$ unun  $\text{NO}_3\text{-N}'$ u haline dönüşümü yanında daha ileride açıklanacağı üzere, uygulanan  $\text{NH}_4\text{-N}'$ unun zaman süreci içerisinde  $\text{NH}_3$  halinde topraktan gaz fazında uzaklaşmasıdır. Fenn ve Kissel (1974), zaman ile  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u kayıpları arasındaki ilişkiyi incelemişler ve  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u kayıp oranının başlangıçta fazla olduğu ve zamanın ilerlemesiyle bu kayıp oranının azaldığını tesbit etmişlerdir.

Çizelge-23:Tın bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Nem Düzeylerinde Belirlenen $\text{NH}_4\text{-N}'$ u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
7 gün	206.5	193.2
14 gün	142.4	95.7
21 gün	123.0	70.6

L.S.D.(%5):10.41

L.S.D.(%1):13.85

Bu toprağa uygulanan farklı amonyum ve nem düzeylerinin  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u gelişimi üzerine olan etkileri de araştırılan diğer bir konu olmuştur. Tınlı toprakta, amonyum düzeyleri ile farklı toprak nem koşullarının etkisi sonucunda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u içeriğine ait değerler Çizelge-24'de verilmiştir. Bu çizelgeye göre, farklı nem koşullarında toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u miktarları, No dozunda önemli düzeyde farklılık göstermemiştir. Buna karşılık; amonyumun uygulanan  $\text{N}_1$  ve  $\text{N}_2$  düzeylerinde, nem düzeylerinin topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}'$ u kapsamına önemli düzeyde etkisi izlenmiştir. Nem düzeyi arttıkça, toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'$ unda önemli düşüşler saptanmıştır.

Çizelge-24: Tanlı topraklara uygulanan farklı amonyum miktarları ile farklı nem düzeylerinin, topraktaki  $NH_4-N$ 'u içeriğine etkisi.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Farklı Nem Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u.	T.K.'nin %60'ı.
No	13.1	13.4
$N_1$ (300ppm.)	131.0	71.4
$N_2$ (600ppm.)	327.8	274.7
L.S.D.(%5):10.34		
L.S.D.(%1):13.80		

4.3.3. Killi-tın Bünyeli Toprağa Uygulanan Değişik Amonyum ve Nem Düzeylerinin Etkisiyle İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen  $NH_4-N$ 'u Miktarları.

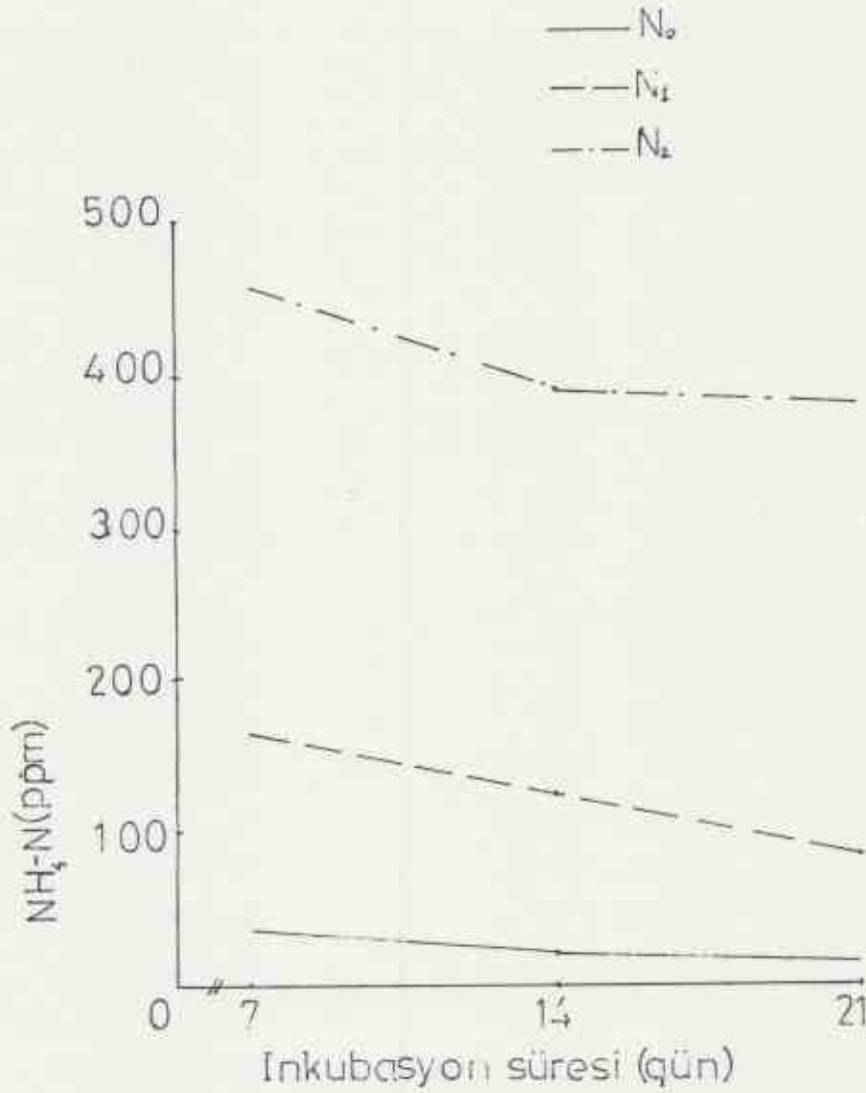
Değişik amonyum ve nem düzeylerinin uygulandığı killi-tın bünyeye sahip toprakta, farklı inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u içeriğine ait değerler Çizelge-25'de verilmiştir. Çizelge-25: Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan değişik amonyum ve nem düzeylerinin etkisi ile inkubasyon süreçleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u değerleri.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Uygulanan Nem Düzeyleri	Farklı İnkubasyon Süreçleri Sonunda Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.).		
		7 gün	14 gün	21 gün
No	T.K.'nin %30'u	24.4	12.7	11.3
No	T.K.'nin %60'ı	14.5	11.7	11.5
$N_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %30'u	198.6	165.3	129.4
$N_1$ (300ppm.)	T.K.'nin %60'ı	140.4	83.6	36.7
$N_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %30'u	489.5	449.1	446.2
$N_2$ (600ppm.)	T.K.'nin %60'ı	427.7	323.6	315.4

Çizelgeden izlendiği gibi, uygulanan amonyumun No düzeyinde en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değeri 24.4 ppm. olup, bu değer ilk 7 gün sonunda ve düşük nem düzeyinde (T.K.'nin %30'u) ortaya çıkmıştır. En düşük  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değeri (11.3 ppm.) ise yine aynı nem düzeyinde ve 21 günlük inkubasyon süresi sonunda saptanmıştır. 300 ppm. amonyum azotunun uygulandığı N<sub>1</sub> düzeyinde ve 600 ppm. amonyum azotunun uygulandığı N<sub>2</sub> düzeyinde, en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerleri (198.6 ppm. ve 489.5 ppm.) düşük nem düzeyinde ve ilk 7 günün bitiminde bulunurken, en düşük  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerleri (36.7 ppm. ve 315.4 ppm.) ise yüksek nem düzeyinde ve 21 günlük inkubasyon süresi sonunda belirlenmiştir.

Çizelge-26'da ise, bu toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile değişik inkubasyon süreçlerinde belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine ait değerler görülmektedir. Buna göre, inkubasyon süresi arttıkça toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları genel olarak önemli düzeyde azalma göstermektedir. Bunun nedeni, zaman süreci içerisinde topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'unun  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u haline dönüşmesi ve ileride açıklanacağı üzere, topraktan  $\text{NH}_3$  halinde olan kayıplardır (Çizim-11). Sağlam (1974), yapmış olduğu çalışmada; topraklarda  $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u kayıpları ile %kum arasında pozitif, %kil fraksiyonu ile negatif düzeyde önemli ilişkiler belirlemiştir. Mortland (1958) ise, kumlu topraklardaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kayıplarının killi topraklara göre daha fazla olduğunu ileri sürmektedir. Bu sonuçlar araştırmamızdaki bulgularla uyum içerisindedir, çünkü kum fraksiyonunun başat olduğu araştırma toprağımızda  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kaybı, killi toprağımıza göre daha fazla düzeydedir.





Çizim-11: Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan amonyum miktarlarının değişik inkubasyon süreleri sonunda toprakta  $NH_4-N$ 'u içeriğine etkisi.

Çizelge-26: Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan amonyumun farklı miktarları ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $NH_4-N$ 'u miktarları.

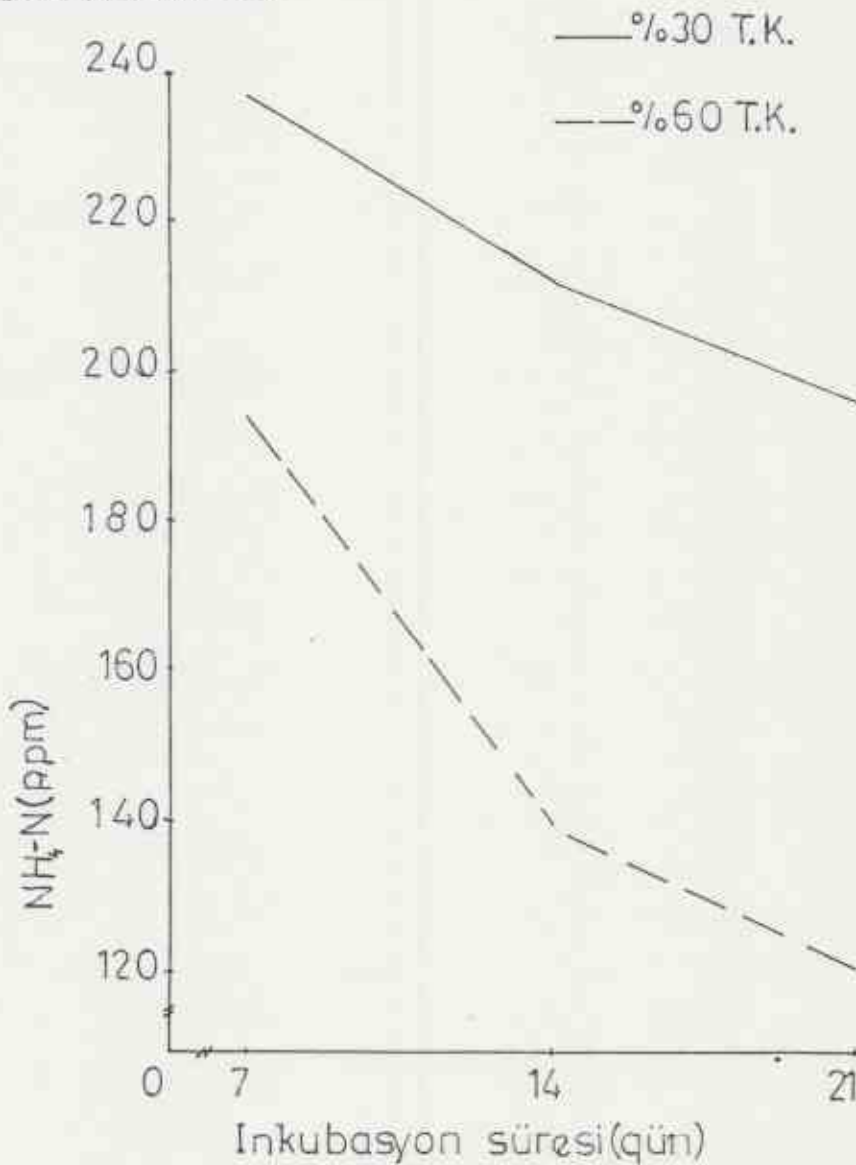
İnkubasyon Süreleri	Farklı Amonyum Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.).					
	No	%Azalış	N <sub>1</sub> (300 ppm.)	%Azalış	N <sub>2</sub> (600 ppm.)	%Azalış
7 gün	19.5	100	169.5	100	458.6	100
14 gün	12.1	62.0	129.0	76.1	386.4	84.2
21 gün	11.4	94.2	83.1	64.4	380.8	98.5

L.S.D.(%5):7.57

L.S.D.(%1):10.16



Farklı amonyum düzeyleri ile inkubasyon sürelerinin, bu topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine olan etkisinin incelenmesinden sonra, farklı nem düzeyleri ile inkubasyon sürelerinin topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine olan etkisinin incelenmesinde ise Çizelge-27'de verilen değerlerden yararlanılmıştır. Bu değerlere göre, toprağın tarla kapasitesinin %60'ı oranında nem uygulanan koşullarda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u miktarları, toprağın tarla kapasitesinin %30'u kadar nem uygulanan nazaran daha düşük düzeylerde bulunmuştur(Çizim-12).



Çizim-12: Kil fraksiyonunun başat olduğu toprakta farklı nem düzeylerinin uygulanan inkubasyon süreleri sonunda, topraktaki  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine etkisi.

Söz konusu  $\text{NH}_4\text{-N}'u$  içeriğindeki azalış tüm inkubasyon sürelerinde önemli düzeyde olmuştur. Bu azalışın nedeni, genelde tarla kapasitesinin %60'ı nem düzeyinde nitrifikasyon olayının daha aktif bir şekilde oluşması sonucu, amonyum azotunun nitrat azotu formuna dönüşü ile ilgilidir.

Çizelge-27: Killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı nem düzeyleri ile farklı inkubasyon süreleri sonunda belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'u$  miktarları.

İnkubasyon Süreleri	Farklı Nem Düzeylerinde Belirlenen $\text{NH}_4\text{-N}'u$ (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
7 gün	237.6	194.2
14 gün	212.0	139.6
21 gün	195.7	121.2

L.S.D.(%5):10.41

L.S.D.(%1):13.85

Yukarıda yapılan bu incelemelerin yanında, killi-tın bünyeli toprağa uygulanan farklı amonyum ve nem düzeylerinin  $\text{NH}_4\text{-N}'u$  içeriği üzerine olan karşılıklı etkileri de araştırılmıştır. Killi-tın bünyeli toprakta, değişik amonyum düzeyleri ile farklı toprak nem koşullarının, etkisi sonucunda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'u$  miktarları ile ilgili değerler Çizelge-28'de verilmiştir. Buna göre; amonyumun uygulanan  $\text{N}_1$  ve  $\text{N}_2$  düzeylerinde, bu toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}'u$  içeriğinin yüksek nem düzeyinde (T.K.'nin %60'ı), düşük nem düzeyine göre (T.K.'nin %30'u) daha az olduğu belirlenmiştir. Oysa, azot uygulanmayan düzeyde ( $\text{N}_0$ ) bu farklılığın istatistikî bakımından önemli düzeye ulaşmadığı da gözlenmektedir.

Çizelge-28:Killi-tınlı topraklara uygulanan farklı amonyum miktarları ile farklı nem düzeylerinin, topraktaki  $NH_4-N$ 'u içeriğine etkisi.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Farklı Nem Düzeylerinde Belirlenen $NH_4-N$ 'u (ppm.).	
	T.K.'nin %30'u	T.K.'nin %60'ı
No	16.1	12.6
$N_1$ (300 ppm.)	167.5	86.9
$N_2$ (600 ppm.)	461.6	355.6
L.S.D.(%5):10.34		
L.S.D.(%1):13.80		

#### 4.4. Değişik Bünyeli Topraklarda, Farklı Dozlarda Uygulanan Amonyumdan, $NH_3$ Gazı Şeklinde Olan Kayıplar Üzerine Nem ve İnkubasyon Süreçlerinin Etkileri.

Farklı bünyeli topraklara uygulanan değişik düzeylerdeki amonyum miktarlarından,  $NH_3$  gazı halindeki azot kayıpları üzerine inkubasyon sürelerinin etkisine ait değerler Çizelge-23'de verilmiştir. Bu değerlere göre, uygulanan amonyum dozlarından en fazla  $NH_3$  kaybı kumlu topraklarda olmuştur. En az  $NH_3$  kaybı ise killi-tınlı bünyeli toprakta oluşmakta ve tınlı bünyeli topraktaki  $NH_3$  kayıp değerleri, diğer iki topraktaki kayıp değerleri arasında kalmaktadır. İnkubasyonun ilk 7 günü sonunda, genel olarak her üç toprakta  $NH_4$  kayıpları en yüksek düzeyde bulunmaktadır. Bu kayıplar inkubasyonun süresi arttıkça fazlalaşmasına rağmen, intensite gittikçe azalmaktadır. Kumlu toprakta uygulanan amonyum düzeyi arttıkça,  $NH_3$  gazı şeklindeki azot kaybı yüzdesi tüm inkubasyon süreçleri sonunda fazlalaşmaktadır. Buna karşılık, tınlı ve killi-tınlı topraklarda tüm inkubasyon süreçlerinde, amonyum dozunun arttırılması ile



$NH_3$  gazı halindeki kayıpların yüzdesi düşmektedir.

Çizelge-29: Farklı bünyeli topraklara uygulanan değişik düzeylerdeki amonyum miktarlarından,  $NH_3$  gazı halindeki azot kayıpları üzerine inkubasyon sürelerinin etkisi.

Uygulanan Amonyum Düzeyleri	Farklı Bünyeli Topraklar	İnkubasyon Süreleri					
		7 gün		14 gün		21 gün	
		ppm.	%	ppm.	%	ppm.	%
N <sub>1</sub>	Kum	194.50	55.32	212.90	61.26	237.86	66.90
N <sub>1</sub>	Tın	144.33	42.63	191.37	56.22	194.96	56.64
N <sub>1</sub>	Kıllı-Tın	140.48	41.34	163.56	49.10	195.03	58.46
N <sub>2</sub>	Kum	435.29	66.80	469.53	75.35	524.96	80.08
N <sub>2</sub>	Tın	174.68	27.36	310.03	48.41	331.46	51.45
N <sub>2</sub>	Kıllı-Tın	144.36	22.56	170.31	26.90	157.95	24.93

Yapılan bir çok çalışmalar araştırmamızdaki bulguları destekler niteliktedir. Örneğin; Fenn ve Kissel (1974), zaman ile  $NH_4-N$ 'u kayıpları arasındaki ilişkiyi incelemişler ve  $NH_4-N$ 'u kayıp oranının başlangıçta fazla olduğunu, zamanın ilerlemesiyle kayıp oranının düştüğünü belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar toplam azot kayıplarının zaman ilerledikçe fazlalaştığını belirtmektedirler. Chao ve Kroontje (1964), farklı bünyeye sahip 4 adet toprağı denemeye almışlar ve sonuç olarak da, en yüksek  $NH_4-N$ 'u kaybının kumlu topraklarda olduğunu belirlemişlerdir. Mortland (1958) da, kumlu topraklardaki  $NH_3-N$ 'u kaybının, killi topraklardan daha fazla olduğunu saptamıştır.

Denemeye aldığımız üç farklı bünyeli topraklara uyguladığımız amonyumdan  $NH_3$  gazı halindeki azot kayıpları üzerine, farklı nem düzeylerinin etkisine ait değerler Çizelge-24'de izlenmekte-



dir. N<sub>1</sub> düzeyinde (300 ppm. NH<sub>4</sub>-N'u), kumlu topraklara farklı nem uygulamalarının NH<sub>3</sub>-N'u kaybı üzerine pek belirgin etkisi gözlenmemektedir. Buna karşılık tın ve killi-tın bünyeli topraklarda nem artması ile NH<sub>3</sub>-N'u kaybının da arttığı izlenmektedir. N<sub>1</sub> düzeyinde farklı nem düzeyleri içerisinde en yüksek NH<sub>3</sub>-N'u kaybı kumlu bünyeli toprakta, en düşük NH<sub>3</sub>-N'u kaybı ise killi-tın bünyeli toprakta oluşmuştur. N<sub>2</sub> düzeyinde (600 ppm. NH<sub>4</sub>-N'u), N<sub>1</sub> düzeyinde olduğu gibi kumlu topraklardaki NH<sub>3</sub> gazı halindeki kayıpların üzerine nem seviyelerinin belirgin bir etkisi gözlenmemektedir. Buna karşılık, tınlı ve killi-tınlı topraklarda bu düzeyde (600 ppm. NH<sub>4</sub>-N'u), nem seviyesinin artması ile topraktan NH<sub>3</sub> gazı halindeki kayıplar artmaktadır. Ancak bu artış, tınlı bünyeli toprakta daha düşük oranda gerçekleşmektedir.

Araştırma koşullarımızda killi-tınlı toprakta, diğer topraklara nazaran daha düşük düzeyde NH<sub>3</sub>-N'u kaybının oluşması; bu toprağın katyon değişim kapasitesi, organik madde kapsamı ve pH'ının farklı olması nedenine dayanmaktadır. Çünkü katyon değişim kapasitesinin yüksek olması ve organik maddenin artışı, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> iyonunun toprakta daha fazla tutulmasını sağlamaktadır. Yüksek pH değerleri topraktan NH<sub>3</sub>-N'unun fazlaca kaybına neden olmaktadır. Bu konu bir çok araştırmacı tarafından da doğrulanmıştır (Du Plessis ve Kroontje, 1964; Sağlam, 1974). Ayrıca, toprakta kil miktarının fazla oluşu amonyum fiksasyonuna neden olmaktadır.

Çizelge-30.: Farklı bünyeli topraklara uygulanan değişik düzeylerdeki amonyum miktarlarından,  $NH_3$  gazı halindeki azot kayıpları üzerine Farklı nem düzeylerinin etkileri.

Uygulanan Farklı Amonyum Düzeyleri	Farklı Bünyeli Topraklar	Nem Düzeyleri			
		T.K.'nin %30'u		T.K.'nin %60'ı	
		ppm.	%	ppm.	%
N <sub>1</sub>	Kum	222.96	62.56	211.89	59.84
N <sub>1</sub>	Tın	146.05	42.88	207.70	60.83
N <sub>1</sub>	Killi-Tın	139.65	41.49	193.06	57.73
N <sub>2</sub>	Kum	489.87	74.60	481.25	73.50
N <sub>2</sub>	Tın	258.49	40.35	285.56	44.51
N <sub>2</sub>	Killi-Tın	126.51	19.87	188.52	29.71

## 5.Ö Z E T

Bu araştırmada,değişik faktörlerin etkisi de göz önünde bulundurulularak toprağa ilave edilen amonyağın nitrifikasyon olayına etkisi ve topraktan  $NH_3$  halinde azot kaybı ile olan ilişkisi incelenmiştir.

Araştırma materyalini İzmir yöresi tarım topraklarından alınan üç farklı bünyeye sahip toprak örnekleri oluşturmuştur.Kum,tın ve killi-tın bünyeli toprak örneklerine tarla kapasitelerinin %30'u ve %60'ı kadar su verilerek nemlendirilmiştir.Araştırmada azot,amonyum formunda ve  $NO_3-N_1$  (300 ppm.) ve  $N_2$  (600 ppm.) düzeylerinde verilmiştir.Daha sonraki işlemde;değişik nem içeriklerine ve azot düzeylerine sahip farklı bünyedeki toprak örneklerinin,7,14 ve 21 günlük süreler için  $32^{\circ}C$  de inkubasyona terk edilmesi olmuştur.İnkubasyondan alınan toprak örneklerinde  $NO_3-N$ 'u ve  $NH_4-N$ 'u analizleri yapılmıştır.Elde edilen sonuçlar istatistikî yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Farklı bünyedeki toprakların,uyguladığımız değişik kombinasyonlarda inkubasyon sonucu belirlenen  $NO_3-N$ 'u ve  $NH_4-N$ 'u miktarlarına önemli düzeyde (%1 düzeyinde) etkisi olduğu saptanmıştır.İnkubasyon süresi arttıkça genellikle topraklara uygulanan tüm azot seviyelerinde oluşan  $NO_3-N$ 'u içeriği de artmıştır.Tınlı ve killi-tınlı topraklara uygulanan amonyumun  $N_1$  ve  $N_2$  düzeyinde, $NO_3$  düzeyine göre daha fazla  $NO_3-N$ 'u belirlenirken, kumlu toprakta bu durumun tersi gözlenmiştir.Kumlu bünyeli toprakta farklı nem düzeylerinin değişik inkubasyon süreleri sonunda oluşan  $NO_3-N$ 'u içeriğine önemli düzeyde etkisi görülmemiştir.



Buna karşılık, tınlı toprakta bu etki sadece son inkubasyon süresinde, killi-tın toprakta ise son iki inkubasyon süresinde önemli düzeyde olmuştur. İnkubasyon süresi arttıkça, farklı nem düzeylerinde oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u miktarları kumlu toprak dışında diğer topraklarda hızlı bir artış göstermiştir.

Kumlu, tınlı ve killi-tınlı topraklarda farklı inkubasyon süreçleri sonunda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kapsamaları,  $\text{N}_1$  ve  $\text{N}_2$  dozlarında önemli düzeyde azalmalar göstermiştir. Amonyumun uygulanmadığı  $\text{N}_0$  düzeyinde, farklı inkubasyon süreleri sonunda toprakta belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u kapsamaları arasında ise önemli farklılıklar olmamıştır. Kum bünyeli toprağa uygulanan nem düzeylerinin, farklı inkubasyon periyotlarında belirlenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u içeriğine önemli düzeyde etkisi bulunmamıştır. Buna karşılık bu etki, tın ve killi-tın bünyeli topraklarda önemli düzeylerde ortaya çıkmıştır. Bu topraklarda yüksek düzeyde nem içeren (T.K.'nin %60'ı) kombinasyonlarda saptanan  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerleri, düşük düzeyde nem içeren (T.K.'nin %30'u) kombinasyonlarda saptanan  $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u değerlerinden genelde daima daha az çıkmıştır.

Denemeye alınan üç farklı bünyeli topraklara uygulanan amonyumdan  $\text{NH}_3$  gazı halindeki azot kayıpları en fazla kum bünyeli topraklarda, en az da killi-tın bünyeli topraklarda meydana gelmiştir.



S U M M A R Y

The Effect of Anhydrous Ammonia on Nitrification  
in Soils With Different Moisture Contents.

In this study, the anhydrous ammonia was applied to soils which have different moisture contents. The effect of anhydrous ammonia on nitrification and on  $\text{NH}_3$  losses from soils were studied.

Three types of soil samples with different textures were taken from the cultivated lands of İzmir Region. The moisture contents of soils with sandy, loamy and clayey-loamy textures were adjusted to the 30 and 60 % of their field capacity. In this study, nitrogen in the form of  $\text{NH}_4$  was applied in three levels as  $\text{N}_0$ ,  $\text{N}_1$  (300 ppm.) and  $\text{N}_2$  (600 ppm.). The following procedure was the incubation of soil samples for 7, 14 and 21 days at  $32^\circ\text{C}$ . The  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of incubated soils were analysed separately. The results were determined statistically.

It was found out that the textures of the soils were effective on the  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents at 1 % level significance. In all levels of N, the amount of  $\text{NO}_3\text{-N}$  formed during the incubation was increased with the increasing incubation periods. More  $\text{NO}_3\text{-N}$  was found in  $\text{N}_1$  and  $\text{N}_2$  levels of loamy and clayey-loamy soils when compared with the  $\text{N}_0$ . The reverse was observed in the sandy soils. In sandy soils different moisture contents had no effect on  $\text{NO}_3\text{-N}$  content formed during different incubation periods. However, in the loamy soils the effect was significant only in the last

period and in clayey-loamy in the last two. Under the different moisture conditions, the  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of soils has rapidly increased with the increasing incubation period, with the exception in sandy soils.

In the two levels of N ( $\text{N}_1$  and  $\text{N}_2$ ), the  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of sandy, loamy and clayey-loamy soils were decreased considerably. In the case of  $\text{N}_0$ , the determined  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of soils didn't show any important change with different incubation periods. The  $\text{NH}_4\text{-N}$  content of the sandy soils was not influenced from the different moisture levels during the different incubation periods. In the contrary, this effect was more significant in loamy and clayey-loamy soils. The  $\text{NH}_4\text{-N}$  contents of the above mentioned soils with higher moisture level (60 % of field capacity), was found to be lower than the  $\text{NH}_4\text{-N}$  content of the soils with the lower moisture content (30 % of field capacity).

In these studied soils the N losses as  $\text{NH}_3$  was most in sandy soils and least in clayey-loamy.

L I T E R A T Ü R

- \_\_\_\_\_, 1963. Agricultural Ammonia Handbook. Agricultural Ammonia Institute. 703 Dupont Bldg. 22 So. Second St. Memphis, Tennessee.
- \_\_\_\_\_, 1966. Anhydrous Ammonia Agronomy Workshop. Agricultural Ammonia Institute. 703 Dupont Bldg. 22 So. Second St. Memphis, Tennessee.
- AKALAN, İ., 1977. Toprak (Oluşu, Yapısı ve Özellikleri). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 662. Ders Kitabı: 204.
- ANSORGE, H., 1962. Investigations on The Distribution and Nitrification of Ammonia Applied to Soil as Anhydrous Ammonia. Soil and Fertilizers. 26:46.
- BABÜR, Y., 1982. Lineer Modeller. Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 88, Teknik Yayın No: 10.
- BORTHOLOMEW, W. V. and F. E. CLARK, 1965. Soil Nitrogen. American Society of Agronomy, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- \_\_\_\_\_, 1978. Bitki. Turkish Journal of Plant Science. 5:95-102.
- BLACK, C. A., 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- BLACK, C. A.-D. D. EVANS-J. L. WHITA-L. E. ENSMINGER-F. E. CLARK, 1965. Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A.
- BOUYOUCOS, G. J., 1955. A Recalibration of The Hydrometer Method For Making Mechanical Analysis of The Soils. Agronomy Journal, 4:434.



- BREMNER, J.M. and L.A. DOUGLAS, 1971. Decomposition of Urea Phosphate in Soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35:575-578.
- CHALK, P.M.-D.R. KEENEY-L.M. WALSH, 1975. Crop Recovery and Nitrification of Fall and Spring Applied Anhydrous Ammonia. Agronomy Journal. 67:33-37.
- CHAO TYNG-TSAIR and W. KROONTJE, 1964. Relationship Between Ammonia Volatilization, Ammonia Concentration and Water Evaporation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:393-395.
- CHAPMAN, H.D. and P.F. PRATT, 1961. Methods of Analysis For Soils Plant and Waters. Univ. of California, Division of Agricultural Sciences.
- COCHRAN, V.L. and F.E. KOEHLER-R.I. PAPENDICK, 1975. Straw Placement: Its Effect on Nitrification of Anhydrous Ammonia. Agronomy Journal. 67:537-540.
- ÇAĞLAR, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:10.
- DU PLESSIS, M.C.F. and W. KROONTJE, 1964. The Relationship Between pH and Ammonia Equilibria in Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:751-754.
- EVLIYA, H., 1960. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 36:292-294.
- \_\_\_\_\_, 1979, 1980, 1981. F.A.O., Fertilizer Yearbook. 29-30-31:76-80.
- FENN, L.B. and D.E. KISSEL, 1974. Ammonia Volatilization From Surface Applications of Ammonium Compounds on Calcareous Soils: I. General Theory. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 37:855-859.
- GÜNER, H. ve H. ÇOLAKOĞLU, 1969. Bir Arpa Tarlasında Nitrifikasyon Olayının Gidişi ile İlgili Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt:6, Sayı:2.

- JACKSON, M.L., 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. U.S.A., 498 s.
- KACAR, B., 1962. Plant and Soil Analysis. University of Nebraska College of Agriculture Department of Agronomy, Lincoln, Nebraska, U.S.A., 72 s.
- KACAR, B., 1977. Bitki Besleme Ders Kitabı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 637. Ders Kitabı No: 200.
- KELLOGG, C.E., 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York. 92 s.
- KIRKBY, E.A., 1970. Nitrogen Nutrition of The Plant. Published by The University of Leeds Agricultural Chemistry Symposium The University.
- KONONOVA, M.M., 1966. Soil Organic Matter. Pergamon Press. Headington Hill Hall, Oxford.
- KOVANCI, İ., 1969. İzmir Bölgesi Tarla Topraklarında Nitrifikasyon Durumu ve Bunun Bazı Toprak Özellikleri İle Olan İlişkisi Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi, Doçentlik Tezi.
- LARSEN, S., 1971. Nitrite Accumulation During Nitrification of Ammonia and Ammonium. In "Anhydrous Ammonia and Ammonium". Proceedings of A Symposium on Aspects of Its Technology and Use As A Fertilizer. IPC Press Ltd. ENGLAND.
- MORTLAND, M.M., 1958. Reactions of Ammonia in Soils. Advances in Agronomy. 10: 325-348.
- NOMMIK, H. and K.O. NILSSON, 1963. Nitrification and Movement of Anhydrous Ammonia in Soil. Departments of Agricultural Chemistry I and of Soil Fertility and Management, Royal Agricultural College, Uppsala 7, SWEDEN.

- PAGE, E.R., 1974. The Location and Persistence of Ammonia (Aqueous, Anhydrous and Anhydrous+ 'N-Serve') Injected into A Sandy Loam Soil, As Shown By Changes in Concentrations of Ammonium and Nitrate Ions. J. Agric. Sci., Camb. 85:65-74.
- PARR, J.F. and R.I. PAPENDICK, 1965. Retention of Anhydrous Ammonia By Soil: II. Effect of Ammonia Concentration and Soil Moisture. Soil Science. 101:109-119.
- PIZER, N.H., 1967. Some Advisory Aspects. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No. 14:184.
- REUTERBERG, E. und F. KRENKUS, 1951. Bestimmung Von Gesamt Humus und Alkali Löslichen Humus Stoffen in Boden. Z Für Pflanzener Nahrung Düngung und Bodenkunde Band Heft I. Verlag Chemie G.m.b.H. Wein Heim.
- RUSSEL, A.D., 1958. Laboratory Manual For Soil Fertility Students, W.M.C. Brown Company. Publishers Dubnque Iowa. 38-39 s.
- SAATÇI, F., 1975. Toprak İlimi. Ders Kitabı. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 214.
- SAGLAM, M.T., 1974. Erzurum, Hasankale ve Erzincan Ovası Topraklarında Amonyum Fiksasyonu, Amonyum Fiksasyonu ile Potasyum Arasındaki Bazı İlişkiler, Mineralize Olan Nitrojen ve Nitrojen Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Doktora Tezi.
- SAUCHELLI, V., 1964. Fertilizer Nitrogen. Reinhold Publishing Corporation, Newyork.
- \_\_\_\_\_, 1951. Soil survey Staff. Soil Survey Manuel, Agricultural Research Administration United States Department of Agriculture. Handbook, 18:340-377.



- STEVENS, R.G. and J.O. REUSS, 1975. The Effect of Ammonia and Ammonia-Sulfur Solutions on Nitrification Rates and Chemical Properties of A Calcareous Soil. Soil Science Society of America Proceedings. 39(4):787-793.
- TISDALE, S.L. and W.L. NELSON, 1966. Soil Fertility and Fertilizers. The Macmillan Company, New York.
- WIEGNER, G. 1926. Anteiilung Zum Guantitativen Agricultur Chemischen Praktikum. Verlag Von Gebruder Borntrager W. 35 Schanenberger Ufer 12 A Berlin.
- WILDE, S.A. and G.K. VOIGT, 1955. Analysis of Soils and Plants. For Foresters and Horticulturists. 38-39 s.

## T E Ő E K K Ü R

Tezimin hazırlanmasında değerli katkıları bulunan Toprak Bölümü öğretim elemanlarından Sayın Prof.Dr.Fuat Saatçı'ya, Sayın Prof.Dr.İdris Kovancı'ya, Sayın Doç.Dr. Hüseyin Hakerlerler'e ve Sayın Doç.Dr.Habil Çolakoğlu'na içtenlikle teşekkür ederim.

Nur Yaşaroğlu