

**TOPRAK ÖRNEKLERİNE ÜRE İLE BİRLİKTE İLAVE EDİLEN  
SÜPERFOSFATIN ÜRE HİDROLİZİNE ETKİSİ**

**Tuba MAZGAL**

**Yüksek Lisans Tezi**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**Danışman: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM**

**2016**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPRAK ÖRNEKLERİNE ÜRE İLE İLAVE EDİLEN  
SÜPERFOSFATIN ÜRE HİDROLİZİNE ETKİSİ**

**Tuba MAZGAL**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM**

**TEKİRDAĞ-2016**

**Her hakkı saklıdır.**

Bu tez NKÜBAP tarafından NKUBAP.00.24.YL.13.17 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM danışmanlığında, Tuba MAZGAL tarafından hazırlanan “Toprak Örneklerine Üre İle Birlikte İlave Edilen Süperfosfatın Üre Hidrolizine Etkisi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Hamit ALTAY

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## TOPRAK ÖRNEKLERİNE ÜRE İLE BİRLİKTE İLAVE EDİLEN SÜPERFOSFATIN ÜRE HİDROLİZİNE ETKİSİ

**Tuba MAZGAL**

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

Farklı tekstür, pH ve CaCO<sub>3</sub> içeren toprak örnekleri Tekirdağ il sınırlarından 10 ayrı bölgeden alınmıştır. Bu çalışmada üre gübresinin kullanımındaki azot kayıplarının asgariye indirilmesi amaçlanmıştır. Üre gübresinin toprağa uygulanmasıyla yüksek oranda azot kayıpları meydana gelmektedir. pH' sı yüksek olan topraklarda azot kayıpları daha fazla olmaktadır. Bunun için toprağa üre gübresi ile birlikte süperfosfat uygulaması yapılmıştır. Bunun sonucunda da toprak pH' sının düşmesi ve üre hidrolizinin yavaşlatılması amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre üre hidrolizini azaltmak ve dolayısıyla azot kayıplarını en az seviyede tutabilmek için üre gübresinin fosfat içeren bir gübreyle uygulanabilmesinin etkili olabileceği ifade edilebilir. Ancak süperfosfatın pH üzerindeki etkisinin kireçli topraklarda daha az olacağı belirlenmiştir. Farklı fiziksel ve kimyasal içeriğe sahip toprakların seçilmesinin üre hidrolizine etkisinin olduğu, ayrıca bu etkilerin süperfosfat uygulamasıyla daha da belirgin olduğu düşünülmektedir. Genel anlamda üre hidrolizinin iki hafta içerisinde zamana bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Üre, üre hidrolizi, süperfosfat, azot, gübre

**2016, 28 sayfa**

## **ABSTRACT**

Msc. Thesis

### **THE EFFECT OF ADDED SUPERPHOSPHATE WITH UREA TO SOIL SAMPLES TO UREA HYDROLYSIS**

**Tuba MAZGAL**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM

Soil samples containing various texture, pH and CaCO<sub>3</sub> taken from 10 different areas of Tekirdağ province. In this study, the nitrogen losses of use of urea fertilizer is intended to minimize. High rate of nitrogen losses occurs when the urea fertilizer is applied to soil. The nitrogen losses are more in soils with high pH. For this purpose, superphosphate applications were made with urea into the soil. As a result it is also aimed to slow the hydrolysis of urea together with decrease of the soil pH. It can be expressed that urea fertilizer may be effective to implement with containing phosphate fertilizer according to searching results to decrease urea hydrolysis and keep a minimum level of nitrogen losses. But it was determined that impact of süperphosphate on pH will be less in calcareous soils. It's thought that selecting the soil with various physical and chemical content has an effect on urea hydrolysis and that also with superphosphate applications, these effects have become distinct. Generally it was observed that urea hydrolysis reduced depending on the time in two weeks.

**Keywords:** Urea, urea hydrolysis, superphosphate, nitrogen, fertilizer

**2016, 28 pages**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>8</b>
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin sıcaklık ve yağış verileri.....	8
3.2.Yöntem .....	8
3.2.1.Toprak örneklerinin alınması .....	8
3.2.2. Toprak örneklerinde yapılan analizler .....	8
3.2.2.1. Kum örneklerinin analize hazırlanması .....	8
3.2.2.2. Toprakta pH tayini.....	8
3.2.2.3. Toprakta tuzluluk tayini .....	8
3.2.2.4. Toprak örneklerinde kireç tayini .....	8
3.2.2.5.Toprak örneklerinde organik madde tayini .....	9
3.2.2.6.Tekstür tayini .....	9
3.2.2.7.(Amonyum+Nitrat+Nitrit)-N tayini.....	9
3.2.2.8. Üreden hidrolize olan azot miktarı .....	9
3.2.2.9. Denemenin kurulması.....	9
3.2.2.10. İstatistikî analizler.....	10
<b>4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>11</b>
4.1.Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	11
4.1.1. Toprak örneklerinin pH değerleri .....	12
4.1.2. Toprak örneklerinin tuzluluk değerleri.....	12
4.1.3. Toprak örneklerinin kireç miktarları .....	12
4.1.4. Toprak örneklerinin organik madde miktarları .....	12
4.1.5. Toprakların tekstür sınıflandırması .....	12
4.2. Toprakların Mineralizasyon Kapasitesi.....	12
4.3. Toprağa İlave Edilen Ürenin Hidrolizinin İncelenmesi .....	13
<b>5.SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>22</b>
<b>6.KAYNAKLAR</b> .....	<b>25</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>27</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>28</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 4.1. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	12
Çizelge 4.2. Toprakların Mineralizasyon Kapasiteleri (ppm).....	14



## ŞEKİL DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. Toprak yüzeyine uygulanan ürenin zamana bağlı değişimi.....	3
Şekil 4.1. 1.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	15
Şekil 4.2. 2.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	16
Şekil 4.3. 3.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	17
Şekil 4.4. 4.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	18
Şekil 4.5. 5.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	18
Şekil 4.6. 6.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	19
Şekil 4.7. 7.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	20
Şekil 4.8. 8.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	20
Şekil 4.9. 9.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	21
Şekil 4.10. 10.Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları.....	22

## SİMGELER DİZİNİ

°C:	Santigrad Derece
%:	Yüzde
Ca:	Kalsiyum
CaCO <sub>3</sub> :	Kalsiyum karbonat
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> :	Monokalsiyum fosfat (süperfosfat)
cm:	Santimetre
CO <sub>2</sub> :	Karbondioksit
da:	Dekar
g:	Gram
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> :	Sülfirik asit
KCl:	Potasyum klorür
Kg:	Kilogram
MgO:	Magnezyum oksit
ml:	Mililitre
mm:	Milimetre
N:	Azot
NH <sub>3</sub> :	Amonyak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :	Amonyum
NH <sub>4</sub> OH:	Amonyum hidroksit
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> :	Nitrat
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> :	Nitrit
P:	Fosfor
P (0):	0 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da
P (1):	1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da
P (2):	2 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da
P (4):	4 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /da

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	Fosfor pentaoksit
pH:	Asitlik alkalilik derecesi
ppm:	Milyonda bir kısım
ÜHA:	Üreden hidrolize olan azot oranı

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çalışmam için gerekli olanakların sağlanmasında yardımcı olan danışmanım, hocam Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM' a, tez çalışmam süresince yardımını ve desteğini esirgemeyen bölüm başkanımız Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU' na, lisans eğitimimde engin bilgilerinden yararlandığım Prof. Dr. Sait GEZGİN' ne, lisans eğitimim süresince desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Fatma GÖKMEN YILMAZ' a çalışmamın istatistiki analizlerinde yardımlarıyla katkıda bulunan Doç. Dr. Eser Kemal GÜRCAN' a, çalışmalarımnda her zaman desteğini gördüğüm Arş. Gör. Özlem KARAKAŞ' a ve eğitim öğretim hayatım boyunca bana katkıda bulunan tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu yaşıma kadar her anlamda beni destekleyen, güvenen ve hep moral veren babam Ayhan YENİARAS' a, annem Muazzez YENİARAS' a, kardeşim Pınar YENİARAS' a ve her daim yanımda olan eşim Sercan MAZGAL' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## 1. GİRİŞ

Bitkiler, büyüme ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, mangan, bakır, çinko, bor ve molibden, klor gibi makro ve mikro besin elementlerine ihtiyaç duyarlar.

Makro ve mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından yeterince alınmadığı durumda ürünün miktar ve kalite ölçütlerinin olumsuz yönde etkileneceği açıktır (Sağlam 2012).

Tarımsal faaliyetlerde gübrelemenin yetiştirilecek olan ürünlerin verim düzeylerine etkisi çok yüksektir fakat gübrelemenin bilinçli ve dengeli yapılması gerekmektedir. Sağlam (2012)' ye göre gübre tüketimi; doğal gübre tüketimi ve yapay gübre tüketimi şeklinde olup ülkemizde her iki gübre tüketimi de mevcuttur.

Azot bitki için yaşamsal önemi olan besin elementidir (Güçdemir 2006). Azot; karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerle yapı oluşturarak protein, hücre ve hücre çekirdeğini meydana getirirler (Topbaş 1987). Bütün canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için azotlu bileşiklere ihtiyaç duydukları ve farklı yollarla aldıkları azotun tekrar atmosfere döndüğü, böylece doğadaki azot döngüsünün gerçekleştiği Sağlam (2012) tarafından belirtilmiştir.

Sağlam (2012); kimyasal azotlu gübrelerin ham maddesinin amonyak olduğunu, ayrıca amonyum nitrat, amonyum sülfat, amonyum klorür, üre, kalsiyum amonyum nitrat, amonyum sülfat-nitrat, monoamonyum fosfat, diamonyum fosfat, amonyak çözeltisi ve nitrik fosfatların amonyaktan üretildiğini belirtmiştir.

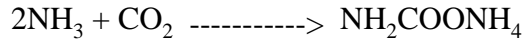
Ülkemizde azotlu gübre tüketimi anlamında üre gübresi önemli yer tutmaktadır. Azot birçok kültür bitkisinde vejetatif gelişmeyi hızlandırmaktadır (Kacar 1977).

Üre kimyasal gübreler sınıfına ait olup, en fazla azot içeren bir gübredir. Üre beyaz renkli, kokusuz, kristal yapıda, suda kolaylıkla çözünebilen ve % 46,1 oranında azot ihtiva etmektedir. Gübre olarak satılan ve parçacıkları kil ile kaplanan ürenin azot içeriği % 45-46'dır. Üre, higroskopik olduğundan dolayı atmosferden nem absorbe eder (Sağlam 2012) .

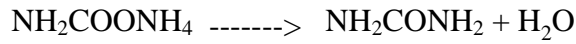
Atmosferden nem çekicilik özelliği diğer azotlu gübrelerle kıyaslandığında daha düşüktür. Bu özelliğinden dolayı üre gübresini rutubetten muhafaza etmek için uygun bir paketleme gerekmektedir (Güçdemir 2006).

Üre piyasada satılan gübreler içerisinde en konsantre azotlu gübredir. Birim maliyet fiyatının diğer azotlu gübrelere kıyasla daha düşük olması bu gübrenin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Günümüzde genel anlamda üre gübresi üretiminde doğalgaz, hava ve su kullanılmaktadır (Güçdemir 2006).

Üre'nin elde edilmesi esas olarak amonyak ile karbondioksidin reaksiyonuna dayanmaktadır. Bu reaksiyon sonunda oluşan amonyum karbamat, hidrolize uğrayarak üreyi oluşturmaktadır. Fakat amonyum karbamat'ın oluşum ve hidroliz evresi dönüşümlü bir reaksiyon olduğundan dolayı üretim aşamasında sıcaklık ve basınç faktörlerinin çok iyi ayarlanması gerekmektedir (Sağlam 2012).



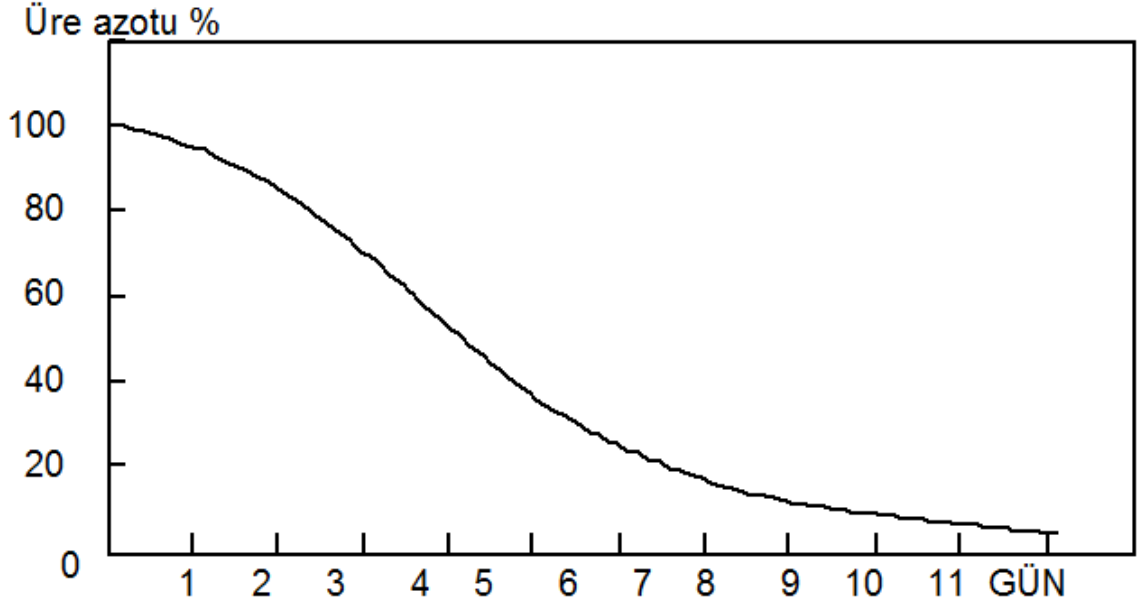
Amonyum karbamat



Üre

Üre toprağa intikal ettiğinde hızla amonyum karbonata çevrilir. Topraklarda yüksek düzeyde amonyak meydana gelir. Eğer üre toprağa uygulandıktan sonra toprakla karıştırılırsa, böylece amonyak toprak kolloidleri tarafından tutulmuş olur. Fakat üre toprak yüzeyine uygulanıp toprakla karıştırma yapılmadan bırakılırsa buharlaşma sebebiyle önemli seviyede amonyak kayıpları meydana gelir (Güçdemir 2006).

Toprağa ilave edilen üre, üreaz enziminin vasıtasıyla hızla hidrolize uğrar ve bu hidroliz genellikle iki haftada tamamlanır. Konu ile ilgili yapılan bir araştırmada Sağlam (2012) Matar ve Doering (1979)'a atfen Şekil 1.1'de görüldüğü gibi ürenin ilave edilmesinden 1 hafta sonra ürenin yaklaşık % 90'ının hidrolize olduğunu ve 11 gün sonra üre azotunun 1-2 ppm gibi değerlere düştüğünü belirtmiştir.



**Şekil 1.1.** Toprak yüzeyine uygulanan ürenin zamana bağlı olarak değişimi (Matar ve Doering 1979).

Üre ideal bir azotlu gübredir fakat bu gübre ile en yüksek verimin sağlanabilmesi için, üre gübresine ait özelliklerin iyi bilinmesi gerekir. Üre gübresi hızlı hidrolize olmaktadır. Üre toprağa uygulandığında, üreaz enzimi vasıtasıyla hızlı bir şekilde hidrolize olmaktadır. Ürenin hidrolizi sonucu oluşan  $\text{NH}_4$  ve  $\text{NH}_4^+$  un nitrifikasyonu ile oluşan  $\text{NO}_3$  bitkiler tarafından kullanılmaktadır (Bellitürk ve ark. 2007).

Sağlam (1975), toprağa ilave edilen ürenin hidroliz olması sonucunda  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  'ın teşekkül ettiğini belirterek ortaya çıkan bu amonyum karbonatın ise parçalanıp ve gübre azotunda  $\text{NH}_3$  şeklinde kayıpların oluştuğunu vurgulamıştır. Ayrıca toprağın  $\text{NH}_3$  absorpsiyon kapasitesinin düşük ve pH değerinin yüksek ( $\text{pH} < 8,5$ ) olması durumunda,  $\text{NH}_3$  kayıpları arttığı, ürenin hidroliz olmasının hızlandığı belirtilmiştir (Sağlam 1975).

Bellitürk (2004) tarafından yapılan bir çalışmada Bremner ve Douglas (1971)' a atfen, 14 günlük inkübasyon sonunda üredeki azot miktarında  $\text{NH}_3$  şeklinde kayıpların olduğu sonucunun tespit edildiğini, fakat araştırmacıların, üre yerine üre-fosfat kullanılmasının daha avantajlı olduğunu, böylece ürenin hidrolizinin geciktiğini ve ayrıca ortaya çıkması beklenen  $\text{NH}_3\text{-N}$  kayıplarını da önemli düzeyde azalttığı sonucunu elde ettiklerini bildirmiştir. Ayrıca farklı bir çalışmada üre-fosfat uygulamasıyla üre hidrolizinin % 14–50 oranında azaldığı belirlenmiştir (Bock ve Kissel 1988).

Sağlam (2012), üre-fosfat gübresinden uçarak kaybolan amonyak miktarının üre gübresinin kullanımındaki amonyak kayıplarından daha az olduğunu vurgulamıştır.

Bellitürk ve ark. (2007) nın Doak (1952)'a atfen, ürenin toprağa uygulanmasıyla beraber toprak pH düzeyinin 5,5 den 9,2 ye yükseldiğini ve sonra düşüş gözlendiğini belirtmiştir.

Bock ve Kissel (1988), ürenin  $H_3PO_4$ ,  $HNO_3$  ya da  $H_2SO_4$  gibi asitlerle birleştirilerek kullanımının toprak alkaliniğini düşürülebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca  $H_3PO_4$  kaynaklı asitliğin topraktaki üreaz enzimini pasif hale getirebildiğini ve üre hidrolizini yavaşlatılabildiğini ifade etmişlerdir.

Tarımsal faaliyetlerde yapılacak olan her uygulamanın verimliliğe etkisi kadar yapılan uygulamaların tam anlamıyla amacına ulaşması ve ekonomik olması da gerekmektedir.

Bu çalışmada üre gübresinin kullanımındaki N kayıplarının asgariye indirilmesi amaçlanmıştır. Üre gübresinin toprağa uygulanmasıyla yüksek oranda N kayıpları meydana gelmektedir. Bu kayıplar amonyak gazı formundadır. Bu problemi daha aza indirmek amacıyla toprağa üre gübresiyle birlikte süperfosfat uygulanarak ürenin hidrolizinin yavaşlatılması hedeflenmiştir. Zira pH'sı yüksek olan topraklarda ürenin kullanımıyla birlikte N kayıpları daha sık olmaktadır. Bu yüzden üre ile birlikte süperfosfat ilave edilerek gübrenin temas edeceği kısımların pH'sını düşürmek ve böylece azot kayıplarının azaltılması amaçlanmıştır. Bu şekilde ürenin hidrolizinin azalma derecesi tespit edilmiştir.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gübrelerden en üst seviyede faydalanılabilmesi için bitki istekleri, iklim, toprak yapısı, toprak pH'sı ve vejetasyon dönemi faktörlerinin dikkate alınarak doğru gübrenin doğru bitkide, doğru yer ve zamanda kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Eraslan ve ark. 2010).

Doğada mineral azot kaynağının mevcut olmadığı belirterek, bazı bölgelerde doğal olarak bulunan Şili güherçilesi, mineral kaynaklı gibi görünmesiyle birlikte esasen atmosferik veya organik kökenli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca gübreleme dışında, bitkilerin havanın azotundan yararlanmaları temel olarak üç yolla gerçekleşmektedir; atmosferde meydana gelen şimşek çakmaları sırasında, bir miktar azotun azot oksitlerine ve daha sonra da amonyağa dönüşüp toprağa nüfuz etmesi, baklagil türü bitkilerin köklerinde yaşayan Rhizobium bakterileri tarafından atmosferden fikse edilen azottan daha sonra bitkilerin yararlanması ve toprakta serbest şekilde yaşayan bazı azotobakter türü mikroorganizmaların havanın serbest azotundan yararlanması sonucu fikse edilen azotun da bitkilerin alabileceği formlara dönüşmesi şeklinde olduğu belirtilmiştir (Sağlam 2012).

Topraklarda var olan azotun genellikle bitkilere faydalı formunun düşük düzeyde bulunduğundan dolayı bu eksikliği gidermek için toprağa farklı formlarda azotlu gübre verildiği belirtilmiştir (Bellitürk 2004).

Sağlam (1975), azot kayıpları ile ilgili olarak kabul edilen genel teoride; amonyum bileşiklerinin  $\text{CaCO}_3$  ile reaksiyona girdiği, reaksiyon sonunda bir Ca bileşiği ile  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  oluştuğunu, amonyum karbonatın da  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'ya parçalanıp  $\text{NH}_3$  -N kayıplarının ortaya çıktığını belirtmiştir. Tepkime sonunda oluşan Ca bileşiğinin erirliliği, kayıplar üzerinde büyük ölçüde etkili olduğunu ve bu bileşiğin eriyebilir olmaması durumunda kayıpların arttığını belirtmiştir.

Ergene (1976), amonyak halinde topraktan nitrojen kayıplarının alkalın koşullarda daha fazla olduğunu bildirerek, bazik şartlar altında oluşan  $\text{NH}_4\text{OH}$ ' in stabil olmadığını, su ve amonyağa dönüşerek topraktan uzaklaştığını belirtmiştir. Fakat asit şartlarda ise amonyağın stabil olan tuzları oluştuğunu vurgulamıştır.

Ergene (1976), amonyak gazı halinde topraktan nitrojen kayıplarını kolaylaştıran unsurların; amonyağın toprak yüzeyinde bulunması, pH' nin 7'den yukarı olması, sıcaklığın yüksek olması ve buharlaşma ile su kaybının fazlalığı olduğunu ifade etmiştir.

Terman ve Hunt (1964), pH değerinin artması ile üre hidrolizinin hızlandığını ve amonyak kayıplarının arttığını belirtmişlerdir.

Toprak pH'sı, toprağa uygulanan azot konsantrasyonu, toprağa uygulanan gübrenin cinsi, ısı, amonyum hidroksitin parçalanmasıyla oluşan suyun kuruma oranı ve zamanı, toprak tekstürü ve nemi, katyon değişim kapasitesi, değişebilir katyonlar ve gübrenin uygulama şekli topraktaki amonyak kayıpları üzerinde etkili olan faktörlerdir (Sağlam 1975).

Ürenin toprağa uygulanmasını takiben oluşan amonyak kayıpları toprağın tipine, yağışa, toprağın nem durumuna ve sıcaklığa bağlı olduğunu Güçdemir (2006) belirtmiştir. Bu kayıpların pH ve toprak kireç miktarıyla doğru orantılı olduğunu, ağır bünyeli topraklarda özellikle montmorillonit tipi kil içeren topraklarda üre gübresinin kullanımının tavsiye edilmediğini, eğer kumlu ve kireçli topraklara uygulanacaksa mümkün olduğu kadar toprak derinine uygulanması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca üre gübresi sonbahar gübrelemelerine ek olarak bitkilerin belirli gelişme dönemlerinde, ilkbahar veya sonra da kullanılabilirdiği ifade edilmiştir (Güçdemir 2006).

Bellitürk (2004), Alpaslan (2000)'a atfen bir çalışmada, Konya ve Niğde yörelerinde yapılan bir araştırmada; 30 adet toprak örneği kullanıldığını, topraklara 500 ppm N üre formunda çözelti olarak uygulanarak 28 gün inkübasyona bırakıldığını belirtmiştir. Bu inkübasyon sürecinin 0, 7, 14, 28, günlerinde alınan topraklardaki amonyum-N, nitrat-N ve üreaz aktivitesi belirlenmiştir. 14. güne kadar amonyum azotunun arttığı, 28.günde ise azaldığı, nitrat azotu miktarının ise genel bir artış gösterdiği, üreaz aktivitesi sonuçlarının ise toprak özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği vurgulanmıştır.

Sağlam (1976), bir çalışmada 36 toprak örneğine ait iki haftalık inkübasyon sonucunda mineralizasyon kapasitelerini tespit etmiş ve mineralize olan azot miktarının 2,90 ppm- 48,25 ppm arasında olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bellitürk (2004), yapmış olduğu bir araştırmada Tekirdağ iline ait farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip toprak örneklerine uygulanan ürenin hidrolizini ve topraklardaki organik formda bulunan azotun mineralizasyon kapasitesini belirlemek amacıyla toprak örneklerini 14 gün süreyle inkübasyona tabi tutmuştur. Bu çalışma neticesinde ürenin hidrolizinin toprak özelliklerine bağlı olduğunu ve inkübasyon başlangıcında bu hidrolizin hızlı olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca araştırmacı üreden hidrolize olan azot miktarlarının inkübasyonun 1. gününden 7. gününe kadar artış gösterdiğini, 7. gününden 14. gününe kadar azalma gösterdiğini ifade etmiştir. Ek olarak toprak örneklerinin mineralizasyon kapasiteleri

ile kireç miktarları arasında istatistiki olarak önemli derecede ilişki saptanmış olduğunu fakat pH, organik madde, toplam azot miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmadığını, ayrıca ürenin hidrolizinin toprak özelliklerine bağlı olduğunu tespit etmiştir.

Bellitürk ve Sağlam (2005) yapmış oldukları bir çalışmada; Tekirdağ ilinden alınan farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olan toprak örneklerindeki organik formda bulunan azotun mineralizasyonunu belirlemek için toprak örnekleri 14 günlük inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyon süresi boyunca günlük olarak ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ )-N analizi yapılmıştır ve mineralizasyon kapasiteleri ile birlikte mineralize olan azot miktarları belirlenmiştir. Genel bir değerlendirme ile, toprakların mineralizasyon kapasitelerinin en düşük 0,01 ppm ve en yüksek 8,08 ppm arasında olduğu bulunmuştur. Ayrıca toprakların mineralize olan azot miktarları ise, toprağın çeşitlerine bağlı olarak değişkenlikler göstermekte ve genellikle toprakların genelinde inkübasyonun 14. gününe doğru göreceli olarak ilk günlerde artış, sonra azalma eğiliminde olduğu gözlenmiştir.

Topraktaki azotun çok büyük bir kısmı organik formdadır ve bitkiler bundan yararlanamazlar. Bitkilerin bundan yararlanabilmesi için bu azotun inorganik forma dönüşmesi gerekir ve bu dönüşüm sonunda oluşan inorganik azot mineralizasyon kapasitesi olarak bilinir. Söz konusu kapasitenin büyük ölçüde toprak organik maddesi ile ilgili olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Sağlam 1976).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışma Tekirdağ İli sınırlarında 10 farklı lokasyondan alınan fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olan toprak örnekleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında farklı pH, tekstür ve kireç miktarına sahip olan topraklarla çalışılması tercih edilerek bu unsurların üre gübresinin toprağa uygulanmasıyla hidrolize uğramasına etkileri gözlenmiştir.

##### **3.1.1. Toprak örneklerinin alındığı bölgenin sıcaklık ve yağış verileri**

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden edinilen 1950-2015 yılları arasındaki verilere göre yıllık ortalama en yüksek sıcaklık; 28,1°C ile Ağustos ayına, yıllık ortalama en düşük sıcaklık ise 2,1°C ile Ocak ayına aittir. En yüksek sıcaklık 40,2 °C Haziran ayında ve en düşük sıcaklık ise -13,3 °C ile Şubat ayında tespit edilmiştir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması 74,6 kg/m<sup>2</sup> ile Kasım ayına aittir. Ortalama güneşlenme süresi en yüksek 9,6 saat ile Haziran ayına aittir. Ortalama yağışlı gün sayısı 12,4 ile Ocak ayına aittir. (<http://dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TEKIRDAG>).

#### **3.2.Yöntem**

##### **3.2.1.Toprak örneklerinin alınması**

Bu araştırmada kullanılan toprak örnekleri Jackson (1965) tarafından belirtilen esaslara göre 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örnekleri alındıktan sonra laboratuvara getirilerek hava kurusu haline gelene kadar bekletilmiş, örneklerdeki iri taş ve parçacıklar temizlenmiştir. Daha sonra toprak tokmak ile dövüldükten sonra 2 mm'lik elekten geçirilip gerekli analizlere ve denemenin kurulmasına hazır hale getirilmiştir.

##### **3.2.2. Toprak örneklerinde yapılan analizler**

###### **3.2.2.1. Kum örneklerinin analize hazırlanması**

Denemede kullanılacak olan kum örnekleri Sağlam (1979) tarafından belirtildiği şekilde asitte yıkanarak kullanıma hazır hale getirilmiştir.

###### **3.2.2.2. Toprakta pH tayini**

Toprak örneklerinin pH'ı Elektrometrik yolla ölçülmüştür (Sağlam 2012).

###### **3.2.2.3. Toprakta tuzluluk tayini**

Toprak örneklerindeki tuzluluk miktarı Sağlam (2012) tarafından belirtildiği gibi elektriksel iletkenlik cihazı ile ölçülmüştür.

###### **3.2.2.4. Toprak örneklerinde kireç tayini**

Toprak örneklerinin kireç miktarı Volumetrik Kalsimetre Metodu ile belirlenmiştir (Sağlam 2012).

#### **3.2.2.5. Toprak örneklerinde organik madde tayini**

Toprak örneklerine ait organik madde miktarı Smith-Weldon Metodu ile belirlenmiştir (Sağlam 2012).

#### **3.2.2.6. Tekstür tayini**

Toprak örneklerinin tekstür tayini Bouyoucos Hidrometre Yöntemi ile yapılmıştır. Topraklara ait tekstür sınıfları belirlenmiştir (Karaöz 1989).

#### **3.2.2.7. (Amonyum+Nitrat+Nitrit)-N tayini**

Sağlam (1979) tarafından belirtildiği şekilde Buhar-Damıtma Metoduyla belirlenmiştir. İnkübasyon süreleri sonunda her bir toprak-kum numune kabındaki streç film çıkartılıp ve kaplara 100 ml 2N KCl ilave edilmiştir. Numune kaplarının kapakları kapatıldıktan sonra kaplar mekanik karıştırıcıda 1 saat süreyle çalkalanmıştır.

Toprak-kum karışımı çökünceye ve üstteki sıvı berrak oluncaya kadar kaplar kendi haline bırakılmıştır. Pipet yardımıyla üstteki sıvıdan 20 ml çekilip, 100 ml lik damıtma balonuna konulmuştur. Elde edilen bu örnek üzerine huni yardımıyla 0,2 g MgO ve 0,2 g Devardo Alloy ilave edilip ve hemen balonun tıpası kapatılmıştır. Sonrasında örnek buhar damıtma cihazına yerleştirilmiştir. Damıtma cihazının buhar borusundaki tıpa kapatılarak damıtma işlemine başlanmıştır. Damıtma ürünü 30 ml olduğunda damıtma işlemine son verilmiştir. Damıtma ürünü 0,005 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile renk dönüşümü yeşilden soluk pembeye dönünceye kadar titre edilmiştir. Bu şekilde tüm numune kaplarına ait (amonyum+nitrat+nitrit)-N miktarı tespit edilmiştir. Ayrıca toprak örneklerinin (amonyum+nitrat+nitrit) -N miktarları da bu şekilde tespit edilmiştir.

#### **3.2.2.8. Üreden hidrolize olan azot miktarı**

İnkübasyon sonunda yapılan (amonyum+nitrat+nitrit)-N (ppm) analizleriyle üre ilave edilmiş topraklarda bulunan (amonyum+nitrat+nitrit) -N (ppm) miktarından mineralize olan azot miktarının çıkarılmasıyla üreden hidroliz olan azot miktarı belirlenmiştir.

Mineralize olan azot miktarı; üresiz toprakların 14 gün inkübasyonu sonucu (amonyum+nitrat+nitrit)-N(ppm) miktarlarının belirlenmesiyle tespit edilmiştir (Bellitürk 2004).

#### **3.2.2.9. Denemenin kurulması**

Bu araştırmada üre gübresi, monokalsiyum fosfat(süperfosfat) kullanılmıştır. Tekirdağ il sınırlarından 0-20 cm derinliğinden farklı tekstür, pH'ya sahip ve farklı miktarlarda CaCO<sub>3</sub>

içeren 10 ayrı bölgeden alınmış olan toprak örnekleri yapılması gereken toprak analizlerine ve denemenin kurulmasına hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin gerekli analizleri yapılmıştır. Çalışma tam şansa bağlı deneme desenine göre yapılmıştır. Her bir uygulama için 10 g toprak örneği, 30 g asitten geçirilmiş kum ile karıştırılarak numune kaplarına aktarılmıştır. Bu araştırma için 10 ayrı toprak örneği x 4 ayrı doz süperfosfat uygulaması x 4 ayrı zaman süreci x 2 tekerrür olmak üzere toplam 320 uygulama kabı hazırlanmıştır. Denemeyi oluşturan 320 uygulama kabı için; her bir kap içine 10 g toprak örneği, 30 g asitten geçirilmiş kum eklenmiştir. Bu kaplara 10 g toprağa karşılık gelecek şekilde 12 kg N/da olmak üzere üre uygulanmıştır. Ayrıca uygulama kaplarına 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da, 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da olmak üzere monokalsiyum fosfat (Ca[H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>) 2 tekerrür oluşturularak uygulanmıştır. Sağlam(1979) tarafından belirtilen uygulamada 10 g toprağa karşılık 6 ml su ile ortamın rutubetlendirilmesi; üre çözeltisi ve monokalsiyum fosfat çözeltisi ile sağlanmıştır. Kapların ağzı streç film ile kapatılmıştır. Streç film kullanılmasının sebebi streç filmin gazları geçirip su buharını geçirmemesidir. 320 uygulama kabı 30°C ye ayarlanmış etüve konularak, 1. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün olmak üzere belirli kaplar çıkarılarak toprak kum karışımındaki ( amonyum+ nitrat+ nitrit)-N'u miktarı buhar damıtma metoduna göre tayin edilmiştir.

Bu 320 uygulama kabına ek olarak; 10 toprak örneğinin mineralize olan azot miktarlarının da belirlenebilmesi için 2 tekerrürlü olmak üzere 20 uygulama kabı hazırlanmıştır. Sağlam (1979) tarafından belirtildiği gibi 20 uygulama kabının her birine 10 g toprak örneği, 30 g asitten geçirilmiş kum ve 6 ml su eklenmiştir. Kapların ağzı streç film ile kapatılmıştır. 30° C'ye ayarlı bir etüvde 14 günlük inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon sonunda toprakların mineralize olan azot miktarları (mineralizasyon kapasitesi) belirlenmiştir.

#### **3.2.2.10. İstatistiksel analizler**

Araştırma sonuçlarına ait gerekli istatistiksel analizler Minitab paket programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçların ifadesi için 100'ün üzerinde çizelge yapılması gerektiğinden durumun çok karmaşık olacağı düşüncesiyle bu çizelgelere yer verilmemiştir. Bilgi amacıyla bu analizin bir sayfası örnek olarak Ek 1'de verilmiştir.

#### 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

##### 4.1.Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak örneklerine ait yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizlerin sonuçları Çizelge 4.1.de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

<b>TOPRAK ÖRNEĞİ NO</b>	<b>pH</b>	<b>TUZZLULUK (%)</b>	<b>KİREÇ (%)</b>	<b>ORGANİK MADDE (%)</b>	<b>TEKSTÜR SINIFI</b>
1	7,00	0,04	0,28	1,35	Kil
2	8,07	0,04	8,35	1,93	Tın
3	7,88	0,03	5,59	1,18	Kil
4	7,03	0,02	0,75	1,84	Tın
5	7,27	0,01	0,18	2,18	Kumlu Tın
6	6,03	0,01	0,75	0,68	Kumlu Tın
7	6,20	0,02	1,13	2,57	Kumlu Killi Tın
8	5,60	0,01	0,37	4,01	Tın
9	5,35	0,01	0,37	2,62	Kumlu Killi Tın
10	7,93	0,03	4,93	1,30	Kumlu Killi Tın
<b>Maksimum Değer</b>	8,07	0,04	8,35	4,01	
<b>Minimum Değer</b>	5,35	0,01	0,18	0,68	

#### **4.1.1. Toprak örneklerinin pH değerleri**

Toprak örneklerinin pH değerleri 5,35 ile 8,07 arasında olduğu tespit edilmiştir. Araştırma topraklarından 9 numaralı toprağın ‘orta asit’, 6, 7, 8 numaralı toprakların ‘hafif asit’, 1, 4 ve 5 numaralı topraklar ‘nötr’, 2, 3 ve 10 numaralı toprakların ise ‘hafif alkalın’ karakterde olduğu tespit edilmiştir (Alparslan ve ark. 2005).

#### **4.1.2. Toprak örneklerinin tuzluluk değerleri**

Araştırmaya ait toprak örneklerinin tuz miktarları % 0,01 ile % 0,04 arasındadır. 10 toprak örneğinin de tuz değerleri incelendiğinde ‘tuzsuz’ sınıfına girmektedir (U.S. Soil Survey Staff 1951).

#### **4.1.3. Toprak örneklerinin kireç miktarları**

Toprak örneklerinin kireç (CaCO<sub>3</sub>) miktarları incelendiğinde değerlerin % 0,18 ile % 8,35 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu toprak örneklerinden 1, 4, 5, 6, 8, ve 9 numaralı örneklerin ‘az kireçli’, 7 ve 10 numaralı toprak örneklerinin ‘kireçli’, 2 ve 3 numaralı toprak örneklerinin ise ‘orta kireçli’ sınıfına girdiği tespit edilmiştir (Alparslan ve ark. 2005).

#### **4.1.4. Toprak örneklerinin organik madde miktarları**

Toprak örneklerinin organik madde içerikleri % 0,68 ile % 4,01 arasındadır. Bu topraklardan organik madde sınıflandırması açısından 6 numaralı toprak örneği ‘çok az’, 1, 2, 3, 4 ve 10 numaralı topraklar ‘az’, 5, 7 ve 9 numaralı toprak örnekleri ‘orta’, 8 numaralı toprak örneği ise ‘yüksek’ sınıfına girmektedir (Alparslan ve ark. 2005).

#### **4.1.5. Toprakların tekstür sınıflandırması**

Araştırmada kullanılan toprakların Bouyoucos Hidrometre Yöntemi ile tekstür tayini yapıldıktan sonra, tekstür üçgeninden yararlanarak toprakların tekstür sınıfları tespit edilmiştir.

Bu topraklardan 1 ve 3 numaralı topraklar ‘kil’, 2, 4 ve 8 numaralı topraklar ‘tın’, 5 ve 6 numaralı topraklar ‘kumlu tın’, 9 ve 10 numaralı topraklar ‘kumlu killi tın’ sınıfına girmektedir.

Toprakta yapılan bu analizler sonucunda özellikle pH, kireç ve tekstür sınıflandırmalarında çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmanın amacı gereği bu farklılıkların üre hidrolizine etkisi incelenmiştir.

#### **4.2. Toprakların Mineralizasyon Kapasitesi**

Sağlam (1976)’ya atfen Bellitürk (2004) yapmış olduğu bir araştırmada toprakların mineralizasyon kapasitesi miktarının; inkübasyonun 14.gününde topraklarda bulunan



(amonyum+nitrat+nitrit)-N (ppm) miktarlarından orijinal topraktaki (amonyum+nitrat+nitrit)-N(ppm) miktarlarının çıkarılması suretiyle bulunduğunu belirtmiştir.

Bu araştırmaya ait 10 toprağın mineralizasyon kapasiteleri ise aşağıdaki Çizelge 4.2 de belirtilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Toprakların Mineralizasyon Kapasiteleri (ppm)

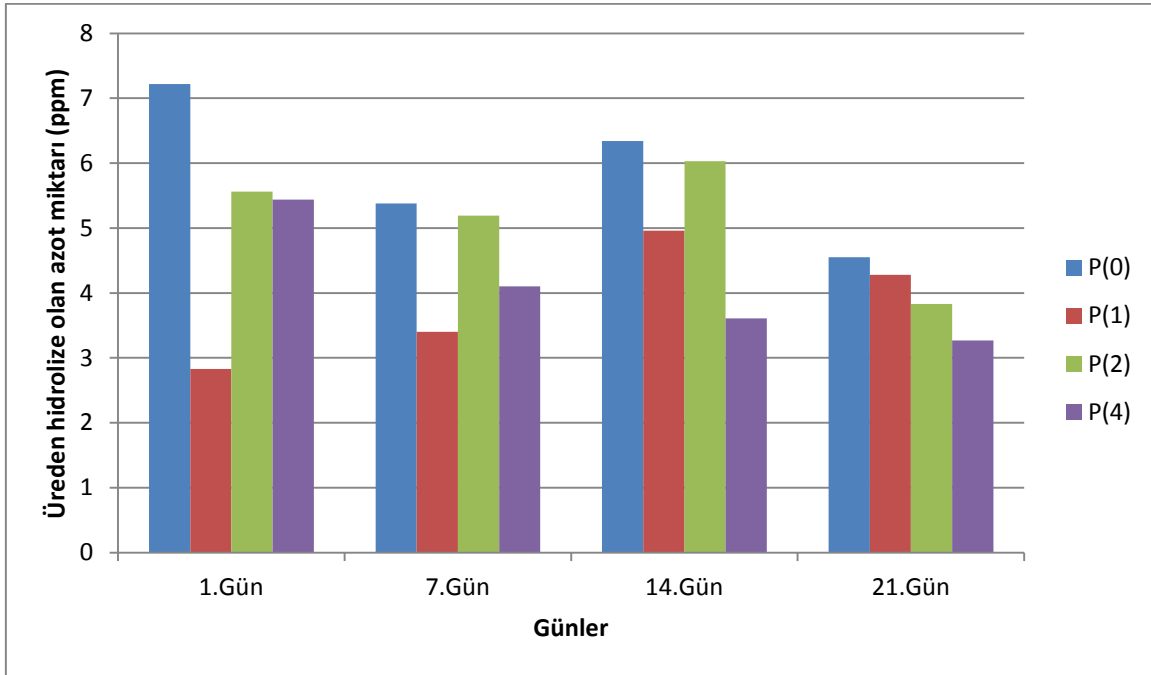
<b>Toprak No</b>	<b>Mineralizasyon Kapasitesi (ppm)</b>
1	0,70
2	0,35
3	1,05
4	1,75
5	2,10
6	0,35
7	1,05
8	3,15
9	1,05
10	1,40
Maksimum Değer	3,15
Minimum Değer	0,35

Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi toprakların mineralizasyon kapasiteleri 0,35-3,15 ppm arasında değişmektedir. En yüksek mineralizasyon kapasitesi, organik maddece en zengin olan 8 numaralı toprakta elde edilmiştir. Bulunan bu sonuçlar Sağlam(1976)'ın buluşları ile uyum halindedir. Mineralizasyon kapasiteleri topraklara ne kadar gübre verileceği hakkında fikir vermez. Ancak toprakları birbirleri ile kıyaslamada iyi bir ölçüttür.

### **4.3. Toprağa İlave Edilen Ürenin Hidrolizinin İncelenmesi**

İnkübasyona tabi tutulan numunelere ait (amonyum+nitrat+nitrit)-N(ppm) miktarları 1. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün olmak üzere tespit edilerek üreden hidrolize olan azot

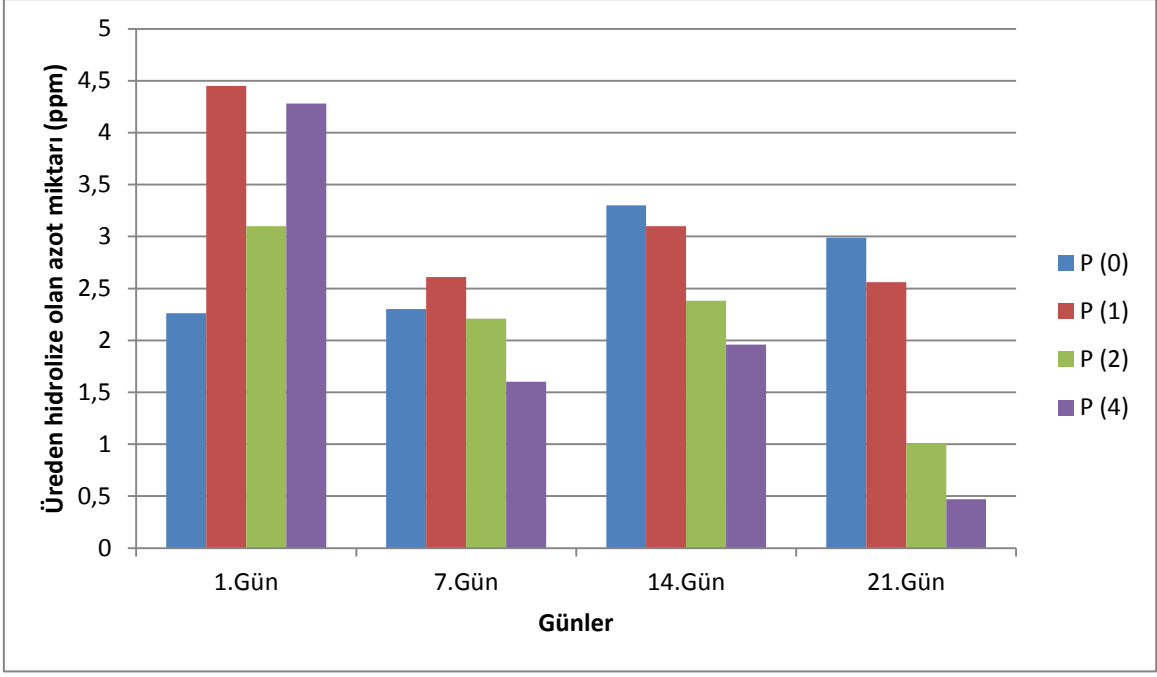
miktarları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçların bu zamanlara göre değişimiyle 10 toprağa ait şekiller aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 4.1. 1 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

Bir numaralı toprağa ait en az üreden hidrolize olan azot miktarı (ÜHA) 2,83 ppm ile bu toprağa uygulanan 1kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da yani P (1) dozunun 1 gün süre ile inkübasyona tabi tutulmasıyla elde edilmiştir. Ayrıca P (4) dozunun uygulanmasıyla da ÜHA miktarının 21. güne kadar yapılan analizlerinde azalmış olduğu gözlenmektedir.

Bir numaralı toprağa ait grafiğe dikkat edildiğinde genel anlamda uygulanan süperfosfat miktarı arttıkça hidrolize olarak ortaya çıkan azot miktarının azaldığı gözlenmektedir. Bu durum süperfosfatın kısa vadede toprağın pH değerini düşürmedeki etkisinden dolayı ortaya çıkması ile açıklanabilir.

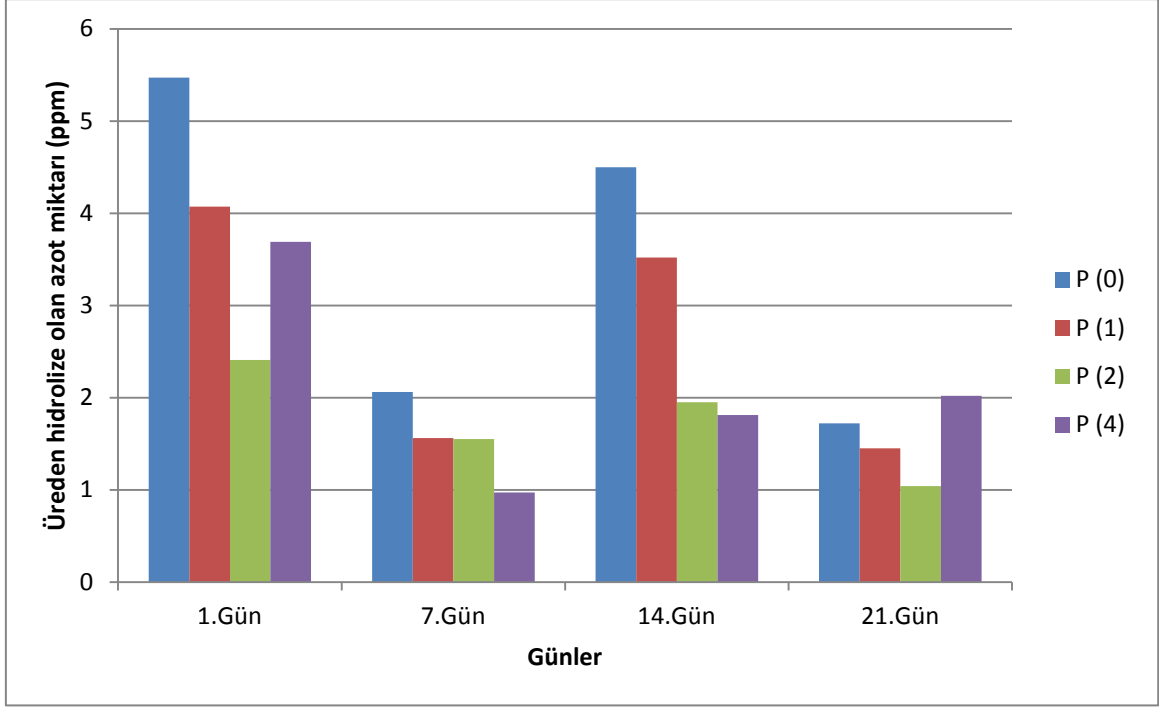


**Şekil 4.2.** 2 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

İki numaralı toprağa ait ÜHA değerinin en düşük miktarı 0,47 ppm ile 21. günde P (4) dozunda görülmüştür. Genel olarak inceleme yapıldığında ise fosfor uygulaması yapılmayan toprak numunesi grubundaki üre hidroliz miktarlarında artış, P (1) dozunda yapılan fosfor uygulamasındaki toprak gruplarının üre hidroliz miktarlarında kısmen azalma ve artmalar gözlenmiştir, P (2) ve P (4) dozlarının uygulanarak üre hidroliz miktarlarının incelendiğinde ise belirgin azalmaların olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak süperfosfat uygulamasının 1. günde etkin olmadığı, 7. ,14. ve 21. günlerde ise hidrolizi yavaşlattığı gözlenmektedir. Bu topraktaki kireç miktarı oldukça yüksektir. Bu nedenle 1. günde süperfosfatın pH üzerindeki etkinliğinin olmadığı düşünülmektedir.

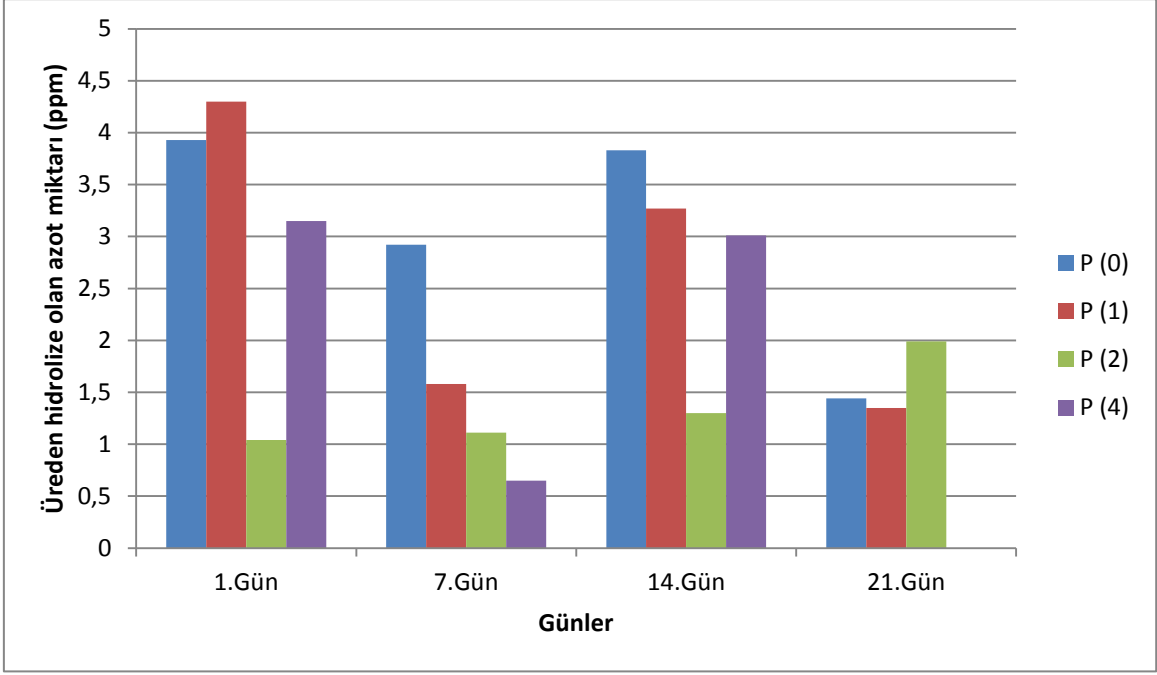
Araştırmanın 2. toprağına ait elde edilen sonuçlar Bellitürk (2004) tarafından yapılan bir çalışmayla benzerlik göstermektedir. Bellitürk (2004) yapmış olduğu bir çalışmasında üre uygulanmış toprak örneklerinden 2 toprak örneğine ait ÜHA miktarlarında 10 ve 11. günlere kadar artış, sonrasında ise hidrolizin azaldığını tespit etmiştir. Bu araştırmadaki toprak örneğinde de fosfor uygulaması yapılmamış yani P (0) uygulaması dahilindeki toprakların inkübasyonu sonucu ÜHA değerlerinin 14.güne kadar arttığı sonra azaldığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.3.** 3 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

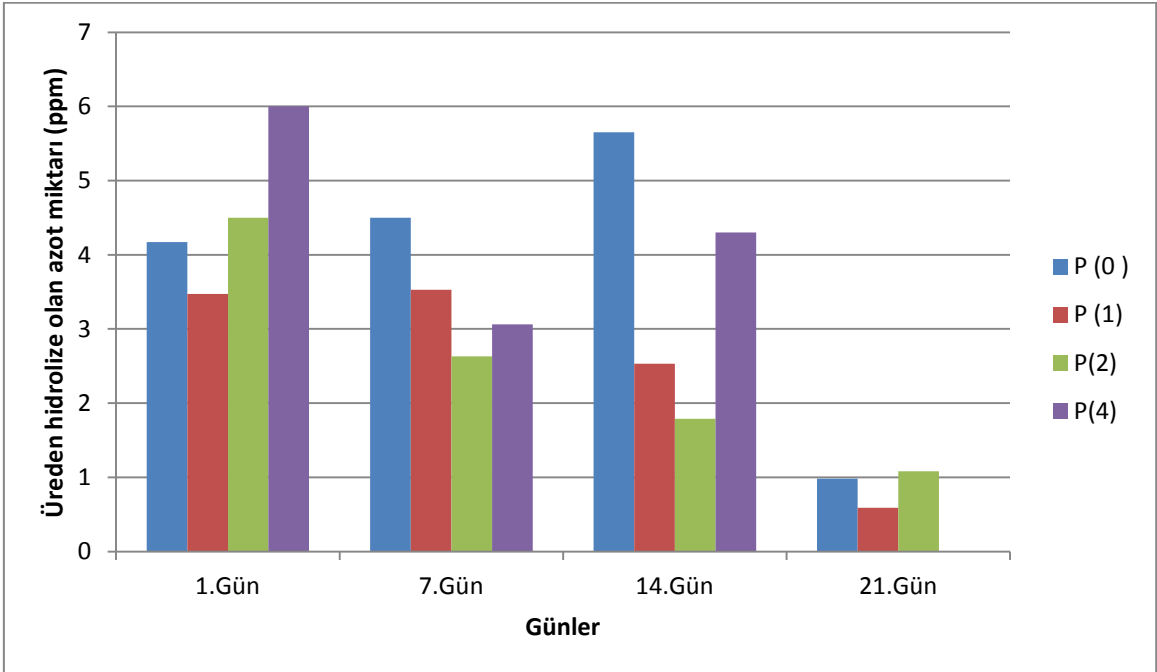
Üç numaralı toprağa ait ÜHA miktarları incelendiğinde en düşük miktarın 0,97 ppm olup P (4) dozunun uygulanarak 7 gün inkübasyona tabi tutulan toprak numunesine ait olduğu gözlenmiştir. Ayrıca günler kendi aralarında değerlendirildiğinde toprak numunelerine fosfor uygulanmasıyla birlikte fosfor uygulanmamış numunelere kıyasla ÜHA miktarlarında belirgin azalmalar görülmüştür. Fosfor dozu uygulama gruplarının ÜHA'ya etkisinin incelendiğinde ise her bir fosfor uygulama dozunda 1. ve 7. günlerdeki inkübasyon sonrası yapılan ÜHA analizlerde belirgin bir azalma, 14. gün inkübasyon sonrası yapılan ÜHA analizlerinde ise 7. güne kıyasla artış gözlenmiştir.

Bazı sapmalar olmasına rağmen tüm zamanlarda süperfosfat artışına bağlı olarak hidrolizde bir azalma izlenimi mevcuttur. Ancak bu azalma etkisinin 7. günde daha bariz olduğu açıkça görülmektedir.



**Şekil 4.4.** 4 No' lu Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

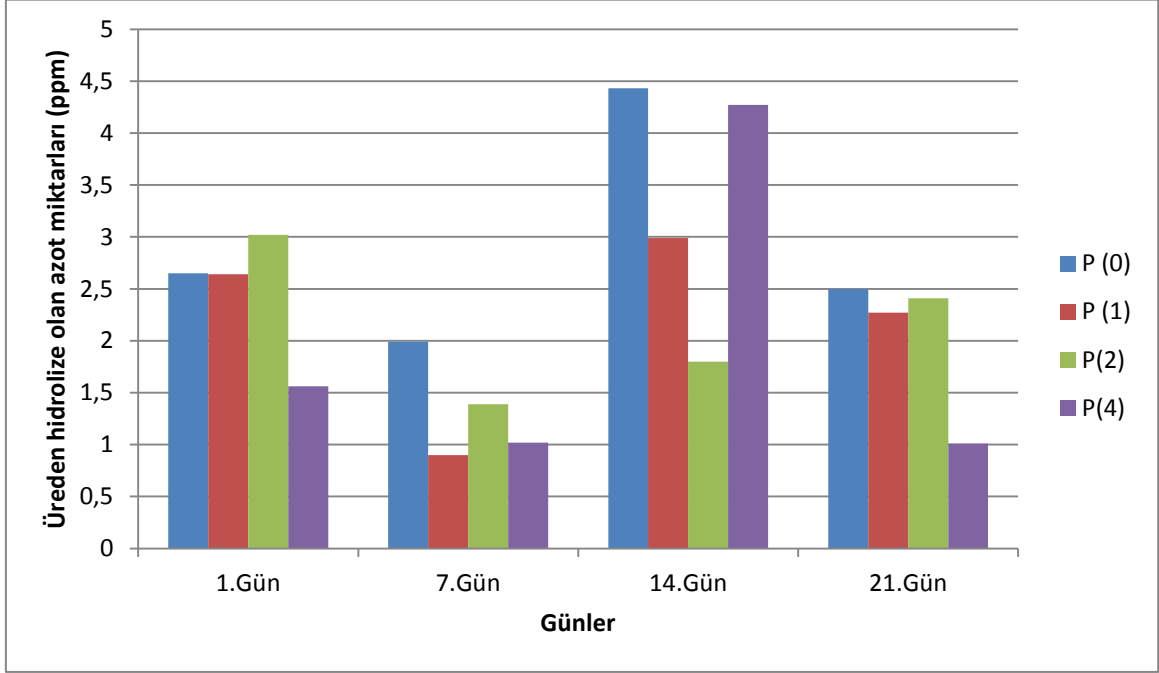
Dört numaralı araştırma toprağı incelendiğinde P (4) dozuna ait 21. günde ÜHA miktarının oluşmadığı gözlenmiştir. Ayrıca ÜHA miktarındaki en etkin azalışın ise P (1) dozunun uygulanmasıyla 1. gün yapılan ÜHA analizine kıyasla 7. günde olduğu tespit edilmiştir. Beklenen etkinin 7. günde daha bariz olduğu gözlenmektedir.



**Şekil 4.5.** 5 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

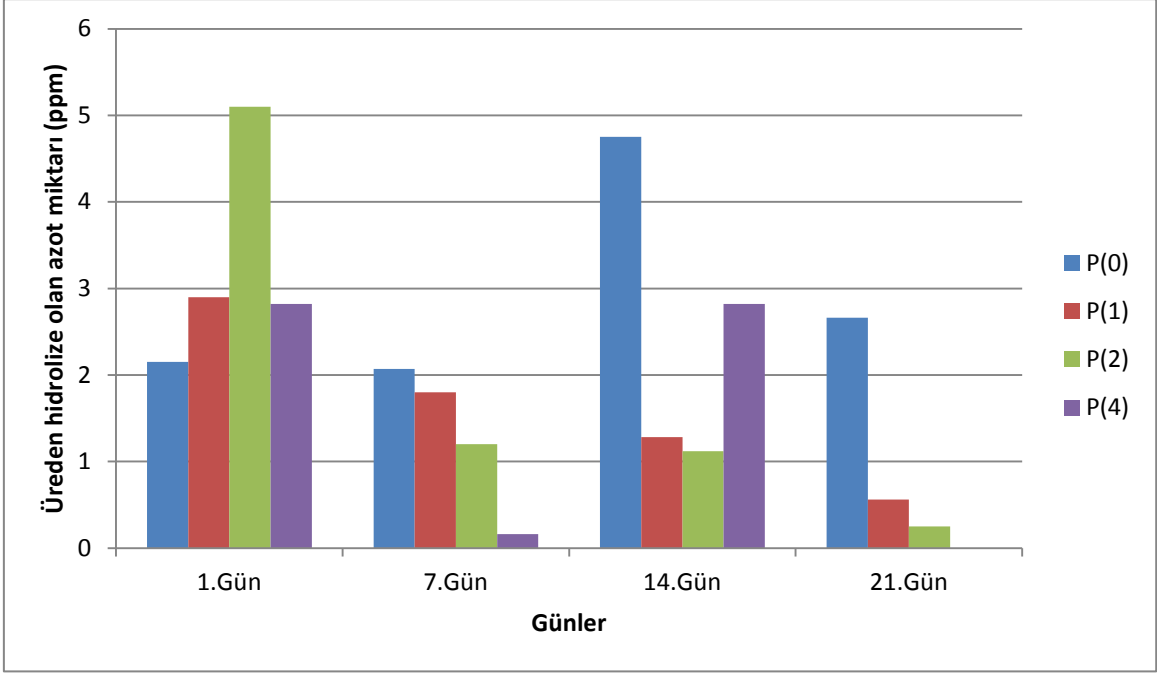
Beş numaralı toprağa ait ÜHA miktarları incelendiğinde ÜHA miktarının en düşük olduğu fosfor uygulama dozu 0,005 ppm ile P (4) dozu olmaktadır. Fakat çok düşük bir değer

olduğundan dolayı grafiğe yansıtılamamıştır. Fosfor dozları ayrı grup olarak değerlendirildiğinde P (0) dozunun uygulanmasıyla 14. güne kadar ÜHA değerlerinde artış, P (1) dozunun uygulanmasıyla ÜHA’ da kısmen artma ve azalma, P (2) dozunun uygulanmasıyla ÜHA miktarında sürekli azalma, P (4) dozunun uygulanmasıyla ise ÜHA değerinde 14. güne kadar azalma 14. gün yapılan ÜHA analizinde ise artma tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmadaki P (0) dozu uygulamasına ait inkübasyon sonucu ÜHA değerlerinin 14. güne kadar artış, 14. günden sonra azalma gösterdiği de tespit edilmiştir.



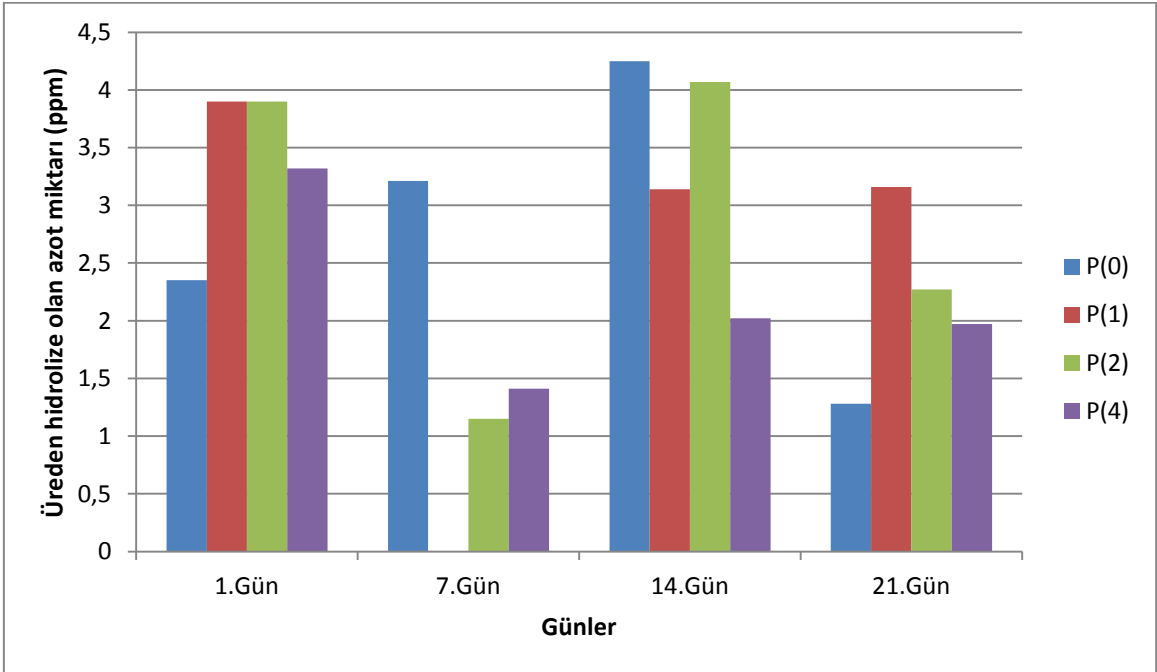
**Şekil 4.6.** 6 No’ lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

Altı numaralı toprak örneğine ait yapılan incelemelerde en düşük ÜHA miktarının 0,9 ppm miktarıyla P (1) dozu uygulamasının 7. günde yapılan analize ait olduğu gözlenmiştir. Ek olarak şekilde de görüldüğü gibi tüm fosfor dozlarının ÜHA’ya etkilerinin incelenmesinde 1. günden 7. güne kadar yapılan analizlerde ÜHA değerlerinde azalma, 14. günde yapılan analizlerde ise ÜHA değerlerinde belirgin bir artma görülmüştür. 1. ve 7. günlerdeki düşük ÜHA değerlerinin düşük pH değerinden kaynaklanabildiği düşünülmektedir.



**Şekil 4.7.** 7 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

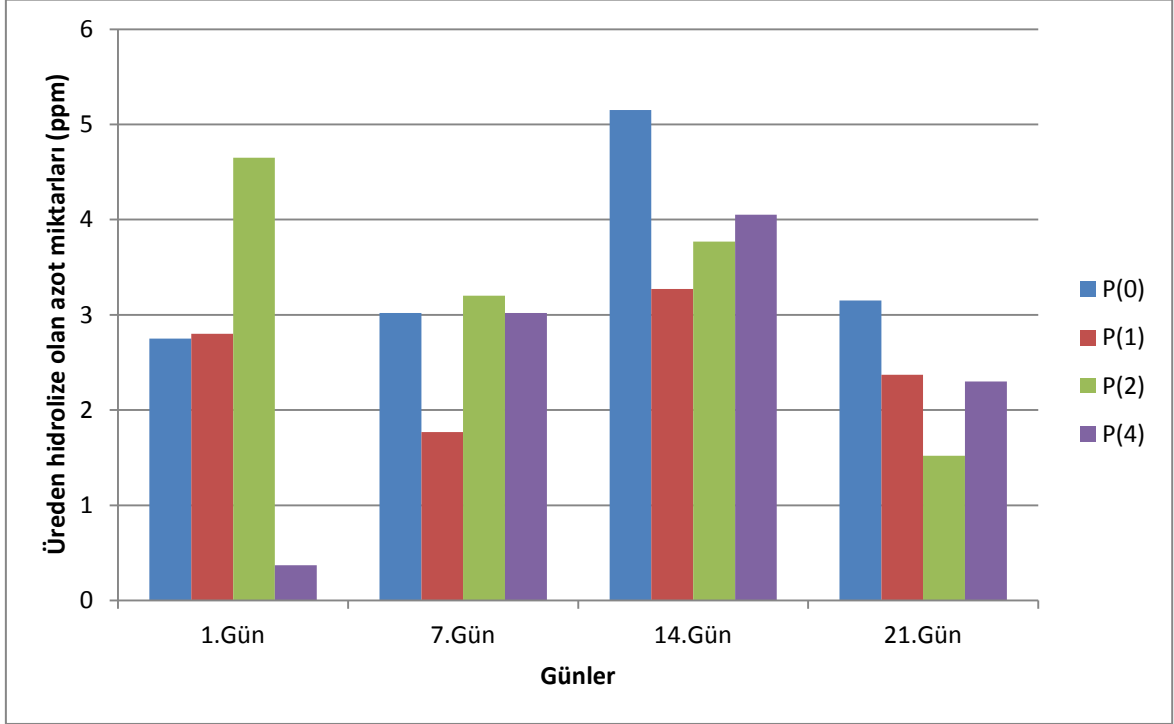
Yedi numaralı toprağa ait ÜHA değerleri incelendiğinde Şekil 4.4'de gözlenen duruma rastlanmıştır. P (4) dozunun uygulanmasıyla 21. günde yapılan analizlerde ÜHA miktarı gözlenmemiştir. Ek olarak P (1) ve P (2) dozlarının uygulanmasıyla birlikte 1. günden 21. güne kadar yapılan analizlerde ÜHA miktarlarında azalma gözlenmiştir.



**Şekil 4.8.** 8 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

Sekiz numaralı araştırma toprağına ait ÜHA değerleri incelendiğinde Şekil 4.4 ve Şekil 4.7'de gözlenen duruma bu toprak örneğinde de rastlanmıştır. P (1) dozunun uygulanarak 7 günlük

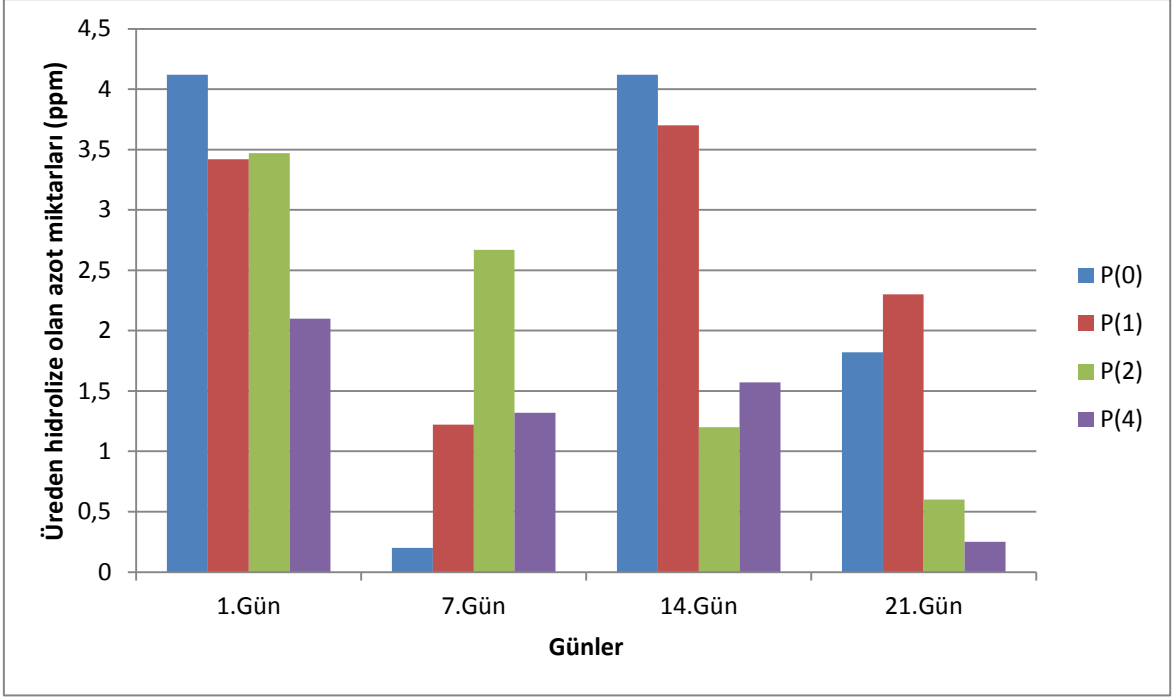
inkübasyon sonrasında ÜHA miktarı araştırıldığında ÜHA' nın gözlenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca P (1), P (2), P (4) dozlarının uygulanmasıyla 1. günden 7. güne kadar inkübasyon sonrası yapılan analizlerde ÜHA değerlerinde azalma, 14. günde yapılan analizlerde ise ÜHA değerlerinde belirgin bir artma görülmüştür. Bu durumun uygulanan süperfosfatın hidrolizi azaltıcı etki gösterdikten bir süre sonra etkisini kaybetmiş olabileceği ile açıklanabilmektedir. Fosfor dozunun topraklara uygulanmadığı durumlarda ise 1. günden 14. güne kadar ÜHA değerlerinde artma, 21. günde yapılan analizlerde ise azalma olduğu gözlenmiştir.



**Şekil 4.9.** 9 No' lu toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

Dokuz numaralı toprak örneğine ait inkübasyon sonrası ÜHA değerleri incelendiğinde en küçük ÜHA değeri P (4) dozunun uygulanmasıyla 1. gün inkübasyonu sonrasında elde edilen 0,37 ppm' dir. Bu toprakta Şekil 2, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 7'deki gözlenen durumlardan farklı bir duruma rastlanmıştır. Bu durum en küçük ÜHA değerinin P (4) dozu fosfor uygulamasının 1. gün inkübasyonu sonucu elde edilmesi ve bu durumun 7. gün ve 14. gün inkübasyon sonrası yapılan analizlerde sürekli artış göstermesidir. Ayrıca P (1) ve P (2) dozları incelendiğinde deneme grubundaki bazı toprak örneklerinin ÜHA değerleriyle benzer sonuçlar doğurduğu gözlenmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi P (1) ve P (2) dozlarının 1. ve 7. gün analizlerinde ÜHA değerlerinde azalma, 14. gün yapılan analizlerde ise ÜHA değerlerinde artma olduğu, 21. günde yapılan analizlerde ise tekrar azalma olduğu tespit edilmiştir.





**Şekil 4.10.** 10 No' lu Toprağa ait üreden hidrolize olan azot miktarları

On numaralı toprak örneğine ait ÜHA değerleri incelendiğinde en düşük ÜHA miktarının 0,2 ppm ile P (0) dozunun 7. gün inkübasyon sonrası yapılan analizlerinde gözlemlendiği belirlenmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında ise; deneme grubundaki bazı toprak örneklerindeki sonuçlara kısmen benzerlik olduğu ve P (0), P (1) ve P (4) dozlarının 1. ve 7. gün ÜHA miktarlarında azalma, 14. günde artma ve 21. günde ise tekrar bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Toprak numunelerine uygulanan P (2) dozunun zamana göre ÜHA değerlerinin incelenmesinde ise sürekli bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Bellitürk (2004) tarafından yapılan bir araştırmada 20 toprak örneğine üre ilavesi yapılarak 14 günlük inkübasyona tabi tutulmaları sonucu ürenin hidrolizi araştırılmış ve 8 toprakta 5.güne kadar, 5 toprakta 6-7. günlere kadar, 5 toprakta 8-9. günlere kadar ve 2 toprakta ise 10-11. günlere kadar hidroliz miktarlarında artma, sonrasında ise azalma olduğu saptanmıştır. İlave edilen süperfosfatın yüksek pH üzerindeki etkisinin zayıf kalması nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı fiziksel ve kimyasal özelliğe sahip olan 10 farklı toprağa üre ile birlikte ilave edilen süperfosfatın üre hidrolizine olan etkileri incelenmiştir. Yapılmış olan laboratuvar ve istatistiki analizler doğrultusunda bazı toprak örnekleri arasında benzer, bazı toprak örnekleri arasında ise farklı yorumlamalar elde edilmiştir.

Oluşturulan sonuç ve yorumlardaki bu benzerlikler toprakların sahip oldukları fiziksel veya kimyasal özelliklerinin birbirleriyle en az bir ortak özelliğe sahip olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çıkarım doğrultusunda elde edilen sonuç ve yorumlamalardaki farklılıkların ise toprak örneklerinin farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olmasının üre hidrolizine etkilerinin farklı sonuçlar doğurmasından kaynaklanmış olabileceği kanısına varılmıştır.

Bu araştırmada özellikle farklı fiziksel ve kimyasal içeriğe sahip toprakların seçilmesinin üre hidrolizine etkisinin olduğu, ilave olarak bu etkilerin süperfosfat uygulamasıyla daha da belirgin olduğu düşünülmektedir.

Birinci toprak için üre hidrolizi sonuçları değerlendirildiğinde hidrolizin en az olduğu değerin P (1) dozunun uygulandığı toprakta 1.gün inkübasyonu sonucunda olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde fosfor uygulamalarının 1.gün inkübasyonu hidroliz sonuçları kendi aralarında değerlendirildiğinde P (1) dozundaki uygulamanın hidrolizi düşürmesinin daha belirgin olduğu, bu duruma 7. ve 14. günlerdeki inkübasyon sonrası hidroliz sonuçlarında da rastlandığı tespit edilmiştir. Dolayısı ile 1.toprak örneği için 1kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da olacak şekilde süperfosfat (monokalsiyum fosfat) uygulaması üre hidrolizini azaltmada daha etkili olmuştur. Bu durumda toprağın kireç miktarının da az olmasının etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

İkinci toprak için üre hidrolizi sonuçları incelendiğinde P (1) ve P (4) dozlarının uygulanmasının 7. gündeki hidroliz sonuçlarındaki belirgin azalmaya sebep olduğu, ayrıca P (4) dozunun 21. gündeki hidroliz sonucunda da belirgin bir düşüş yarattığı gözlenmiştir. Bu toprak için 1kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da ve 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da üre hidrolizini azaltmada etkili olmuştur.

Üçüncü toprak için üre hidrolizi sonuçlarına göre üre hidrolizindeki en belirgin azalmanın 1. gün ve 7. gün analizlerinden de görüldüğü gibi P (0) dozu uygulamasındadır. Fakat en az hidroliz miktarının tespit edildiği fosfor uygulaması ise 7. günde P (4) uygulamasına aittir. Bu toprak örneğinde de fosfor uygulamaları arasında üre hidrolizini azaltmada en etkin fosfor dozu 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da olduğu gözlenmektedir.

Dördüncü toprak için üre hidrolizi sonuçlarına göre 1. gün dikkate alındığında P (2) dozu yani 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da uygulaması ile üre hidrolizinde belirgin bir azalma görülmüştür. 21.

gün dikkate alındığında ise P (4) dozu yani 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da uygulaması ile ÜHA'ya rastlanmamıştır, bu dozlar üre hidrolizini düşürmede en etkili dozlar olduğu düşünülmektedir. 1. toprak örneğinde de yorumlandığı gibi bu hidrolizdeki azalmalara kireç miktarının az olmasının da etkili olabileceği düşünülmektedir.

Beşinci toprak için üre hidrolizi sonuçları incelendiğinde üre hidrolizini azaltmada en etkili dozun P (2) dozunun 14. günde olduğu görülmekte, ayrıca tüm günler ve tüm dozlar ele alındığında ise 21.günde tüm fosfor dozu uygulamalarının 0,005 ppm ile P (4) en az üreden hidrolize olan azot miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu toprak için de 1. ve 4. topraklarda düşünüldüğü gibi kireç miktarının da üre hidrolizini azaltmada etkisi olabileceği kanısına varılmıştır.

Altıncı toprak için üre hidrolizi sonuçları incelendiğinde 14. günde P (2) ile 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da uygulamasının üre hidrolizini düşürmede en etkili olduğu görülmekte, ayrıca en az ÜHA değerlerinin 7. gün uygulamalarında olduğu görülmüştür.

Yedinci toprak için üre hidrolizi sonuçlarına göre 14. günde P (2) dozu ile 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da uygulamasının üre hidrolizini düşürmede en etkili olduğu gözlenmiştir. 21. gün uygulamaları arasında ise P (4) dozu uygulaması ile ÜHA miktarına rastlanmamıştır.

Sekizinci toprak için üre hidrolizi sonuçları incelendiğinde 7. gün P (1) uygulamasında ÜHA' ya rastlanmamıştır. Ayrıca üre hidrolizini düşürmede etkili olan gün ve dozlar sırasıyla 7. günde P (2) ile 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da ve P (4) ile 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da dozları,14. günde ise P (4) dozu ile 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da olduğu gözlenmiştir. Bu dozların uygulanmasına ek olarak kireç miktarının azlığı ve toprağın orta asit karakterde oluşu da üre hidrolizini azaltmada etkili olduğu düşünülmektedir.

Dokuzuncu toprak için üre hidrolizi sonuçları incelendiğinde üre hidrolizini azaldığı en etkili dozun 1. günde P (4) dozu ile 4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da uygulamasına ait olduğu tespit edilmiştir.

Onuncu toprak için üre hidrolizi sonuçları değerlendirildiğinde en düşük ÜHA miktarının 7. günde P (0) dozuna ait olduğu tespit edilmiştir. Fakat 14. günde P (2) dozu ile 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/da uygulamasının üre hidrolizini belirgin ölçüde azalttığı gözlenmiştir.

Tüm bu yapılan sonuçlar ve yorumlar ışığında üre gübresinin topraklara uygulanmasında üre hidrolizini azaltmak ve dolayısıyla N kayıplarını en az seviyede tutabilmek için üre gübresinin fosfat içeren bir gübreyle uygulanabilmesinin etkili olabileceği ifade edilebilir. Ancak süperfosfatın pH üzerindeki etkisinin kireçli topraklarda daha az olacağı açıktır.

Yapılan istatistiki analizler sonucunda topraklar, zaman ve süperfosfat dozları arasında istatistiki bakımdan önemli fark bulunmuştur.

Genel anlamda üre hidrolizinin iki haftada tamamlandığı dikkate alındığında hidrolizin zamana bağılı olarak azalması beklenen bir husustur. Nitekim tüm topraklarda benzer bir seyir izlendiği ve bazı sapmalar olsa da zaman ilerledikçe hidrolizin azaldığı gözlenmektedir. Öte yandan bazı topraklarda 3. haftada bile sistemde azot bulunması süperfosfatın hidrolizi geciktirdiğine bir işaret olarak kabul edilebilir.

Bu konuda kesin bir yargıya varabilmek için konuya ilişkin tarla denemelerinin yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

## 6.KAYNAKLAR

- Alparslan M, Güneş A, İnal A (2005). Deneme Tekniği 2.Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi No:1543, Ankara.
- Anonim(2016)<http://dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TEKIRDAG> (15.09.2016).
- Bellitürk K (2004). Tekirdağ İli Topraklarında Üre Hidroliz Oranı ve Mineralize Olan Azot Miktarları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bellitürk K, Sağlam MT (2005). Tekirdağ İli Topraklarının Mineralize Olan Azot Miktarları İle Mineralizasyon Kapasiteleri Üzerinde Bir Araştırma. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1): 89-101.
- Bellitürk K, Danışman F, Yılmaz F (2007). Üre Uygulamasının Topraklardaki Amonyum ve Nitrat Oluşumuna Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 66-72.
- Bock BR, Kissel DE (1988). Ammonia Volatilization From Urea Fertilizers. National Fertilizer Development Center, Tennessee Valley Authority, Muscle Shoals, Alabama Y-206.
- Eraslan F, İnal A, Güneş A, Erdal İ, Coşkun A (2010). Türkiye’de Kimyasal Gübre Üretim ve Tüketim Durumu, Sorunlar, Çözüm Önerileri ve Yenilikler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/c1e55ec7c43dc51\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/c1e55ec7c43dc51_ek.pdf) (12.09.2016).
- Ergene A (1976). Topraklarda Nitrojen Kaybı ve Bu Kaybı Önlemede Nitrifikasyonu Önleyici Maddeler İle Yavaş Ayrışan Nitrojenli Gübreler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi, 7(3): 103-122.
- Güçdemir İH (2006). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 231, Ankara.
- Jackson ML (1965). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Kacar B (1977). Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 637, 132 s, Ankara.
- Karaöz Ö(1989). Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuvarda Belirlenmesi Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 39(2): 137-139.
- Sağlam MT (1975). Toprağa Tatbik Edilen Azotlu Gübrelerden Meydana Gelen Amonyak Şeklindeki Azot Kayıpları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi Atatürk Üniversitesi Yayınları 6(2): 217-239.

- Sağlam MT (1976). Erzurum, Hasankale ve Erzincan Ovası Topraklarında Amonyum Fiksasyonu, Amonyum Fiksasyonu İle Potasyum Arasındaki Bazı İlişkiler, Mineralize Olan Nitrojen ve Nitrojen Kayıpları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 467, Erzurum.
- Sağlam MT (1979). Toprakta Mevcut Bazı Azot Formlarının Tayini ve Azot Elverişlilik İndeksleri. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 523, Erzurum.
- Sağlam MT (2012). Gübreler ve Gübreleme. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi No: 14, Tekirdağ.
- Sağlam MT (2012). Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri 5.Baskı. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi No: 2, Tekirdağ.
- Terman GL, Hunt CM (1964). Volatilization Losses of Nitrogen from Surface-Applied Fertilizers, as Measured by Crop Response. Soil Science Society of America 28(5): 667-672.
- Topbaş MT (1987). Azotlu Gübreler. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:7, 176 s, Konya.
- U. S. Soil Survey Staff (1951). Soil Survey Manual. U.S. Dept. Agriculture Handbook No: 18, Washington D.C.

# EKLER

## EK 1

### General Linear Model: N(PPM) versus TOPRAK; ZAMAN; DOZ

Factor	Type	Levels	Values
TOPRAK	fixed	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10
ZAMAN	fixed	4	1; 7; 14; 21
DOZ	fixed	4	0; 1; 2; 4

Analysis of Variance for N(PPM), using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
TOPRAK	9	188,0096	188,0096	20,8900	288,80	0,000
ZAMAN	3	185,6250	185,6250	61,8750	855,40	0,000
DOZ	3	57,1512	57,1512	19,0504	263,37	0,000
TOPRAK*ZAMAN	27	68,5660	68,5660	2,5395	35,11	0,000
TOPRAK*DOZ	27	44,2634	44,2634	1,6394	22,66	0,000
ZAMAN*DOZ	9	31,5553	31,5553	3,5061	48,47	0,000
TOPRAK*ZAMAN*DOZ	81	152,4343	152,4343	1,8819	26,02	0,000
Error	160	11,5735	11,5735	0,0723		
Total	319	739,1783				

S = 0,268951    R-Sq = 98,43%    R-Sq(adj) = 96,88%

Unusual Observations for N(PPM)

Obs	N(PPM)	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
43	3,15000	2,61500	0,19018	0,53500	2,81 R
44	2,08000	2,61500	0,19018	-0,53500	-2,81 R
53	2,80000	2,38500	0,19018	0,41500	2,18 R
54	1,97000	2,38500	0,19018	-0,41500	-2,18 R
165	4,55000	3,01500	0,19018	1,53500	8,07 R
166	1,48000	3,01500	0,19018	-1,53500	-8,07 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

### Descriptive Statistics: N(PPM)

#### Results for TOPRAK = 1; ZAMAN = 1

Variable	DOZ	Total					
		Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
N(PPM)	0	2	7,225	0,125	0,177	7,100	7,350
	1	2	2,8350	0,0350	0,0495	2,8000	2,8700
	2	2	5,5600	0,0400	0,0566	5,5200	5,6000
	4	2	5,445	0,195	0,276	5,250	5,640

#### Results for TOPRAK = 1; ZAMAN = 7

Variable	DOZ	Total					
		Count	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Maximum
N(PPM)	0	2	5,380	0,130	0,184	5,250	5,510
	1	2	3,400	0,250	0,354	3,150	3,650
	2	2	5,195	0,295	0,417	4,900	5,490
	4	2	4,1050	0,0950	0,1344	4,0100	4,2000

#### Results for TOPRAK = 1; ZAMAN = 14

## **ÖZGEÇMİŞ**

1988 yılında Kars'ta doğdu. İlköğrenimini İnönü İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Edremit Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında kazandığı Selçuk Üniversitesi Ziraat Mühendisliği bölümü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme alt programından 2012 yılında mezun oldu. Yüksek Lisans eğitimine 2012 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında başladı. Aynı anabilim dalında 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne yatay geçiş yaptı. Halen Sakarya'da Laboratuvar Hizmetleri alanında öğretmen olarak görev yapmaktadır.