

ÜRE UYGULAMASININ TOPRAKLARDA AMONYUM VE NİTRAT OLUŞUMUNA ETKİSİ

Korkmaz BELLİTÜRK Fatma DANIŞMAN
Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Tekirdağ.

Fuat YILMAZ
Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Tekirdağ.

Geliş Tarihi: 21.09.2006

ÖZET: Bu araştırma, Tekirdağ İlinde alınan farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip 20 adet toprağa uygulanan ürenin topraklardaki nitrat-N'u ve amonyum-N'u oluşumuna etkisini belirlemek amacıyla laboratuvarda yürütülmüştür. İnkübasyon denemesinde toprağa 500 mg kg⁻¹ N üre formunda çözelti şeklinde uygulanmış ve 28 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun 1.(G1), 7.(G2), 14.(G3) ve 28.(G4) günlerinde alınan toprak örneklerindeki amonyum-N ve nitrat-N belirlenmiştir. İnkübasyon denemesi sonunda, topraklardaki toplam mineral azot miktarı saptanmış ve daha sonra toprağa uygulanan üre azotunun dönüşümleri oransal olarak hesaplanmıştır. Toprakların amonyum azotu miktarları inkübasyon süresine bağlı olarak 7. güne kadar artmış, 14. ve 28. günlerde ise azalmıştır. Toprakların nitrat azotu miktarları da 7. güne kadar artmış, daha sonraki günlerde çok fazla değişmemiştir. Denemenin 1. gününde oluşan üre dönüşüm oranı (UTR) ile toprakların pH, Ca⁺⁺, K⁺ ve kil kapsamları arasında negatif yönde önemli ilişkiler (sırasıyla r=-0.359*, r=-0.360*, r=-0.361* ve r=-0.513**) saptanmıştır. Denemenin 7. gününde oluşan üre dönüşüm oranı (UTR) ile toprakların pH ve kil kapsamları arasında negatif yönde önemli ilişkiler (sırasıyla r=-0.346* ve r=-0.350*) saptanırken, kum miktarları ile r=0.428** düzeyinde pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Denemenin 14. gününde ise önemli ilişkiler bulunamamıştır. Denemenin 28. gününde oluşan üre dönüşüm oranı (UTR) ile toprakların K⁺ kapsamları arasında r=-0.419** düzeyinde negatif bir ilişki belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azot, Üre, Azot Dönüşümleri, İnkübasyon, Amonyum-N, Nitrat-N.

THE EFFECT OF THE UREA APPLICATION ON THE FORMATION OF THE AMMONIUM AND NITRATE IN THE SOILS

ABSTRACT: This study had been made in the laboratory with the aim to determine the effect of the urea treated to 20 physical and chemically different soils taken from the Tekirdağ province for the nitrate-N and amonium-N formation. In the incubation test 500 mg kg⁻¹ N urea solution has been treated to the soil ve left to incubation for 28 days. The amounts of nitrate-N and amonium-N in the soil samples taken on the 1.(G1), 7.(G2), 14.(G3) and 28.(G4) days of the incubation has been determined. At the end of the incubation, total mineral nitrogen amount in the soil has been determined and then transformation rates of the urea to the nitrogen calculated proportionally. The amount of nitrogen in the soils increased until the 7th day of the incubation, and decreased on the 14th and 28th days. The amount of nitrate nitrogen in the soils increased until the 7th day of the incubation, and later did not changed so much. It was determined that there were significant relationships among the urea transformation rate (UTR) emerged on the first day of the test and pH, Ca⁺⁺, K⁺ and clay contents of the soils (r=-0.359*, r=-0.360*, r=-0.361* ve r=-0.513** respectively). It was determined that while there were negative relationships between the urea transformation rate (UTR) emerged on the 7th day of the test and pH, and clay contents of the soils (r=-0.346* ve r=-0.350* respectively), a positive relationship with the sand r=0.428** levels has been observed. No any significant relationship could be detected in the 14th day of the test. A negative relationships between the urea transformation rate (UTR) which emerged on the 28th day of the test and K⁺ content on the r=-0.419** level has been determined.

Key Words: Nitrogen, Urea, Nitrogen Transformations, Incubation, Ammonium-N, Nitrate-N.

1. GİRİŞ

Azot, bitki bünyesindeki önemli fizyolojik fonksiyonları nedeni ile ürün miktarını ve aynı zamanda ürünün kalitesini tayin etmektedir. Bu nedenle de azotun toprakta noksanlığı veya fazlalığı ürün miktarının azalmasına ve aynı zamanda ürünün kalitesinin de düşmesine neden olmaktadır. Azotlu gübrelerin kimyasal özellikleri nedeni ile toprakta tutulması veya gelecek yıllarda kullanılmak üzere depolanması mümkün değildir. Azot, her yıl toprağa uygulanması gereken bir besin maddesidir.

Aydemir'in (1979) bildirdiğine göre, gübrelerle toprağa uygulanan azotun yaklaşık % 50'si bitkilerce ilk yıl alınmakta, % 30'u mikroorganizmalarca fikse

edilmekte, % 15'i denitrifikasyonla ve % 5'i de yıkanma ile kaybolmaktadır.

Azot toprağa gübre olarak inorganik veya organik formlarda verilmektedir. Organik azot biyolojik olarak mineralizasyona uğrayarak önce amonyum azotuna, bu da nitrifikasyona uğrayarak sonuçta nitrat azotuna dönüşmektedir (Güneş ve Aktaş, 1992).

Üre birçok yönüyle ideal bir azotlu gübredir. Kullanılması ile en yüksek verimin sağlanabilmesi için, özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Ürenin en önemli özelliği, hızlı hidrolize olmasıdır. Üre toprağa uygulandığı zaman, ureaz enzimi yoluyla hızla hidrolize olur. Toprağa uygulanan ürenin hidrolizi sonucu oluşan NH₄ ve bunun nitrifikasyonu sonucu oluşan NO₃ bitkiler tarafından kullanılırlar.

Allison'a (1955) göre, toprağa uygulanan azotlu gübrelerdeki azotun bir kısmı amonyak şeklinde uçarak kaybolmakta ve bu miktar bazı şartlar altında % 50'ye kadar çıkabilmektedir. Bu şekilde ortaya çıkan azot kayıpları toprağın CaCO_3 miktarı, toprak pH'sı, uygulanan gübrenin cinsi, uygulanan gübrenin azot konsantrasyonu, gübrenin uygulama şekli ve diğer bazı toprak özellikleri ile ilgili bulunmaktadır.

Topraklara uygulanan üre, reaksiyonun ilk aşamasında bazik bir etki yaparken, son etki olarak toprakta nitrik asit meydana gelir ve toprağa asidik etki yapar (Topbaş, 1987). Doak'un (1952) bildirdiğine göre, ürenin toprağa uygulanması ile ilk anda toprak pH'sı 5,5'dan 9,2'ye yükselmiş, sonra tekrar düşmüştür.

Üre tercihen yağışlı bölgelerde kullanılmalıdır. Geçit ve kurak bölgelerde de kullanılabilir. Sonbaharda kullanıldığı gibi ilkbahar ve yaz aylarındaki azot ilaveleri için de verilebilir. Kurak bölgelerde yağışlardan önce toprağa gömülme veya karıştırılmak suretiyle tatbik edildiği takdirde gübredeki azot kaybı en düşük bir düzeye indirilmekte ve bu şekilde başarı ile kullanılabilir (Anonim, 2000). Bu bilgilere ilaveten, üre gübresinden denitrifikasyonla meydana gelebilecek kayıpları en aza indirmek için, toprak pH'sının ve sıcaklığının yüksek olduğu drenaj sorunu olan yerlerde ürenin yaygın olarak kullanılmaması gerektiği Eyüpoğlu (2002) tarafından belirtilmektedir.

Gasser (1964)'e göre, ürenin topraktaki hidrolizi; alkalın, kireçli ve az organik madde içeren kumlu topraklarda oldukça yavaştır. Çayır ve orman topraklarında ise hidroliz çok daha hızlıdır.

Ürenin topraktaki hareketi üzerine araştırmalar yapan bazı araştırmacılara göre (Broadbent ve ark., 1958; Soubies ve ark., 1955) üre, toprakta nitrat azotundan daha yavaş fakat amonyum azotundan daha hızlı hareket etmektedir.

Tekirdağ'da yapılan bir araştırmada 20 adet toprak örneği üre uygulanarak, 14 gün boyunca topraklar inkübasyona bırakılmıştır. Deneme topraklarındaki üreden hidroliz olan azot oranları, inkübasyonun 1. gününde % 23.97 ile % 60.57 arasında; 7. gününde % 44.99 ile % 78.25 arasında ve 14. gününde ise % 22.66 ile % 60.59 arasında olduğu tespit edilmiştir. (Bellitürk ve Sağlam, 2005).

Alpaslan (2000), Konya ve Niğde yörelerine ait 30 toprak örneğinde bir inkübasyon denemesi yapmış ve her toprağa 500 ppm azotu üre formunda ve çözelti halinde uygulamıştır. İnkübasyonun 0, 7, 14 ve 28. günlerinde alınan toprak örneklerinde amonyum-N, nitrat-N ve üreaz aktivitesi belirlemiş ve bunların toprak özellikleri ile ilişkilerini incelemiştir. Deneme sonunda, toprakların amonyum azotu miktarlarının inkübasyon süresine bağlı olarak 14. güne kadar arttığı, 28. günde ise azaldığını ve ayrıca toprakların nitrat azotu miktarlarında ise genel olarak bir artış gözlemlendiğini vurgulamıştır.

Konu ile ilgili olarak yapılan bir araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, ürenin ilavesinden 5 gün sonra

üre azotunun yaklaşık % 80'i hidrolize olmuş ve 11 günlük sürede üre azotu 1-2 ppm gibi değerlere düşerken, topraktaki NH_4 ve NO_3 azotunda önemli artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca 11 günlük deneme sonunda amonyum sülfat ile elde edilen toplam mineral azotun, üre ile elde edilenden daha az olduğu da görülmüştür. Bu durum, üre hidrolizinin, başlangıçtaki amonyak kayıplarını azaltmada önemli bir etken olması şeklinde açıklanmıştır (Matar ve Doering, 1979).

Bu konu üzerinde bir laboratuvar çalışması yapan Bremner ve Douglas (1971), 14 günlük inkübasyon sonunda üredeki azotun % 4.6-61.1 (ortalama % 21.2) oranında NH_3 şeklinde kaybolduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, üre yerine üre-fosfat kullanılmasının daha avantajlı olduğunu ve ürenin hidrolizini geciktirdiğini ve ayrıca ortaya çıkması muhtemel NH_3 -N kayıplarını da büyük ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Benzer konuda yapılan bir diğer araştırmada üre ve üre-fosfatın 5 ayrı topraktaki hidrolizi karşılaştırılmış ve üre-fosfat uygulamasında üre hidrolizinin % 14-50 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Bock ve Kissel, 1988).

Moe (1967), yürüttüğü 14 haftalık inkübasyon denemesinde, topraklara üre uygulaması ile ortaya çıkan kayıpların % 1,41 olduğunu ve kireçleme ile kayıpların arttığını tespit etmiştir. Aynı konuda çalışan Watkins ve çalışma arkadaşları (1972) da, üreden meydana gelen NH_3 kayıplarının % 6-30 civarında olduğunu bulmuşlardır.

Terman ve Hunt (1964), üreden meydana gelen NH_3 kaybının CaCO_3 ile ilgili olmadığını, ürenin toprakta hidroliz olarak $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 'a dönüştüğünü ve bu suretle NH_3 kaybı olduğunu ileri sürmektedirler. Aynı araştırmacılar, pH değerinin artması ile üre hidrolizinin hızlandığını ve kayıpların arttığını belirtmektedirler.

Aktaş 'a (1995) göre, üreden NH_3 kaybı büyük ölçüde toprağın biyolojik aktivitesine bağlıdır. Çünkü ürenin parçalanması daha çok üreaz enzimi ile gerçekleşen bir reaksiyondur. Araştırmacıya göre, ürenin kimyasal hidroliz ile parçalanması yavaş cereyan eden bir reaksiyondur. Ancak sıcaklığın yükselmesi durumunda hidroliz artmaktadır. Bu nedenle, toprak sıcaklığının düşük olduğu zamanlarda NH_3 kaybı fazla olmamaktadır.

Han ve ark. (2004), 3 farklı organik C ve inorganik N içeren toprakta ürenin hidrolizi ile ilgili 6 haftalık (0.5, 7, 14, 28 ve 42. günler) bir inkübasyon çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar birlikte uygulanan üre ve kompostun, ürenin hidrolizi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, düşük organik karbon içeren topraklara uygulanan üre+kompost karışımı ile ürenin hidrolizinin arttığı tespit edilmiştir.

Martens ve Bremner (1989), 20 toprak örneğine üre uygulamışlar ve toprakları 10 gün boyunca 30 °C'de inkübasyona bırakarak, çeşitli toprak özelliklerinin üre uygulanmış topraklardan NH_3 kayıpları üzerine etkisini belirlemeye çalışmışlardır.

Araştırma sonunda üre uygulaması ile % 0–65 oranında ve ortalama % 14 düzeyinde NH_3 kaybı olduğunu bulmuşlardır.

Karaca ve ark. (2000), toprak sıkışmasının üre ilave edilen ve edilmeyen toprak örneklerinin üreaz enzim aktivitesi, CO_2 çıkışı ve azot mineralizasyonu üzerine etkisini araştırmak amacıyla toprakları 28 günlük bir inkübasyona tabi tutmuşlardır. Araştırma sonunda, inkübasyon süresine bağlı olarak üre ilave edilmiş topraklarda üre ilave edilmemiş göre yaklaşık 5 kat fazla $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u ve 4 kat fazla $\text{NO}_3\text{-N}$ 'u belirlenmiştir.

Volk ve Sweat'in (1955) bildirdiğine göre, 60 ppm azot verecek şekilde uygulanan üre, bazı topraklarda 1 gün içerisinde hidroliz olurken, bazı topraklarda da 3 gün içerisinde hidroliz tamamlanmıştır. Hidrolizin er veya geç olmasına sebep olan faktörlerin başında sıcaklık gelmektedir. Aynı araştırmacılara göre, üre sıcak topraklarda uzun süre kalmaz. Buna rağmen her zaman üre hidrolizi hızlı değildir.

Trakya Bölgesi, toprağın en etkin bir şekilde kullanıldığı bir bölgedir. Türkiye'de tüketilen gübrenin yaklaşık % 20'si bu bölgede kullanılmaktadır (Eyüpoğlu, 2002). Öte yandan Trakya Bölgesi, ülkemizde birim alana en çok gübre kullanılan yöremizdir. Bu bölgede, birim alana kullanılan toplam gübre miktarı Türkiye ortalamasının iki katı kadardır. Özellikle son yıllarda bölgede yer yer bilinçsizce ve fazla miktarda gübre kullanıldığı dikkat çekmektedir (Gökçe ve ark., 2005).

Mineral gübrelerin bilinçsiz bir şekilde kullanımı ile oluşan çevre kirlenmesi sonucunda bozulan doğa dengesinin yeniden kurulması çok güç olduğundan, gerekli önlemlerin alınmasının büyük bir önemi vardır. Bu nedenle tarımsal uygulamalar; kullanılacak mineral gübrelerin fizyolojik özelliği, bitki ve toprak yapısı gibi parametreler birlikte değerlendirilerek yapılmalı, bu uygulamanın sürdürülebilir olmasına özen gösterilmelidir (Bellitürk, 2005).

Bu çalışmada, Tekirdağ yöresinden alınan farklı özelliklere sahip topraklara uygulanan üreden azotun mineralizasyonu süresince oluşan azot dönüşümlerinin ne ölçüde olduğunun belirlenmesi ve başlangıçta uygulanan azottan çeşitli şekillerde ortaya çıkan toplam azot kayıplarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. METARYAL VE METOT

Toprak örnekleri Tekirdağ İl sınırları içerisinde 0-20 cm derinlikten alınmış ve araştırmada 20 adet toprak örneği kullanılmıştır (Jackson, 1965).

Tekirdağ'a ait meteorolojik veriler, DMİGM Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınmıştır (Anonim, 2005). Bu veriler, 2004 yılı dahil uzun yıllar ortalamasını kapsamaktadır. Bu sonuçlara göre, yıllık ortalama sıcaklık $14.2\text{ }^\circ\text{C}$, ortalama toplam yağış 649.2 kg m^{-2} , ortalama buhar basıncı 13.7 hPa ve ortalama nispi nem oranı % 77.0 'tir (Anonim, 2005).

İnkübasyon Denemesi: Üç yinelemeli olarak kurulan çalışma, havada kurutulmuş 10 g toprak

örneği (< 2 mm.) ile 30-60 mesh'lik elekten geçirilmiş ve yıkanmış 30 g kuartz kumu, nemi kontrol altında tutan kapaklı kaplarda cam baget ile karıştırılarak Sağlam'ın (1979) bildirmiş olduğu esaslara göre yürütülmüştür. Kaplara çözelti halinde 500 ppm N, üre gübresi olarak uygulanmış ve toprakla iyice karıştırılmıştır. Daha sonra, bu kap yavaşça yere vurularak karışımın düz olarak dağılması temin edilmiştir. Bu işlemde hemen sonra, hazırlanan üreli toprak örneklerinin bulunduğu kapların üzeri streç film ile kapatılmıştır. Aynı işlemler, üre uygulanmayan yani kontrol grubu örnekler için de yapılmıştır. Bu şekilde hazırlanan hem üre uygulanan ve hem de üre uygulanmayan (kontrol grubu) örnekler, 28 gün süreyle $30\text{ }^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra her iki gruptaki toprak örneklerinde inkübasyonun 1., 7., 14. ve 28. günlerinde azot (NH_4)-N ve (NO_3)-N tayinleri yapılmıştır.

İnkübasyon süresince;

Üre uygulandıktan 24 saat sonra (G1= 1. gün)

Üre uygulamasının 7. gününde (G2= 7. gün)

Üre uygulamasının 14. gününde (G3= 14. gün)

Üre uygulamasının 28. gününde (G4= 28. gün)

örnekler alınmış ve (NH_4)-N ve (NO_3)-N analizleri yapılmıştır.

Kimyasal Analizler: Toprak örneklerinin tekstür tayinleri Bouyoucos Hidrometre yöntemi ile (Tüzüner, 1990); pH (1:2.5 toprak:saf su) cam elektrodlu pH-metre ile (Bayraklı, 1986) ve tuzluluk (1:2.5 toprak:saf su) ise elektriksel iletkenlik aleti ile (Tuncay, 1994) ölçülmüştür. Toprak örneklerinde Smith-Weldon yöntemi ile organik madde, alev fotometresi ile değişebilir katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+) (Sağlam, 2001) ve volümetrik kalsimetre yöntemi ile kireç (Gedikoğlu, 1990) tayinleri yapılmıştır. Değişebilir amonyum ve nitrat miktarları Sağlam (2001) tarafından bildirildiği şekilde, Buhar Damıtma (Kjeldahl) Yöntemi ile belirlenmiştir. Buna göre, inkübasyona tabi tutulan toprak örneği etüvden alınmış ve kapların üzerindeki streç film çıkarıldıktan sonra üzerine 100 ml 2 N KCl ilave edilmiştir. Daha sonra bu kap, kendi özel kapağı ile sıkıca kapatılmış ve bir saat süre ile mekanik karıştırıcıda çalkalanmıştır. Toprak-kum karışımı çöküncüye ve üstteki sıvı berraklaşınca kadar deneme kabı yaklaşık 30 dakika bekletilmiştir. Geniş ağızlı pipet kullanılarak üstteki berrak sıvıdan 20 ml çekilmiş ve 500 ml'lik damıtma balonuna konulmuştur. Daha sonra, damıtma balonuna önce 0.2 g MgO ilavesiyle amonyum azotu miktarı, sonra da 0.2 g Devardo Alloy ilave edilerek nitrat azotu miktarı 0.005 N H_2SO_4 ile titrasyona tabi tutularak saptanmıştır.

Hesaplamalar ve istatistikî analizler: Karakterler arasındaki korrelasyon katsayılarının hesaplanmasında SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS, 1999).

Üre Dönüşüm Oranı (Urea Transformation Rate = UTR): İnkübasyonun 1., 7., 14. ve 28. günlerinde uygulanan üreden hidroliz olarak toprakta belirlenen mineral azot $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3+\text{NO}_2)\text{-N, mgkg}^{-1}\}$

miktarından yararlanılarak aşağıdaki formüle göre oransal olarak hesaplanmıştır.

$$UTR (\%) = \left(\frac{a - b}{a} \right) \times 100$$

Burada;

UTR: Üre dönüşüm oranı, %

a : Toprağa verilen üre halindeki azot miktarı, mg kg⁻¹

b : İnkübasyonun 1., 7., 14. ve 28. günleri sonunda toprakta belirlenen toplam mineral azot miktarı {(NH₄+NO₃+NO₂)-N}, mg kg⁻¹

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Toprak örneklerinin alındıkları yerler (köy ve ilçe olarak) ile bu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir.

Toprak örneklerinin pH değerleri 5.40 ile 8.22 arasındadır. Toprak örneklerinin % tuz değerleri incelendiğinde, bütün topraklar “tuzsuz” sınıfına girmektedir. Toprak örneklerinin CaCO₃ değerleri % 0.00 ile % 16.80 arasında değişiklik göstermektedir. Değişebilir kation miktarları yönünden incelendiğinde, toprakların K⁺ içeriği 1.80-11.89 me/100g, Ca⁺⁺ içeriği 3.33-40.67 me/100g ve Mg⁺⁺

içeriği ise 1.17-21.00 me/100g arasında değişim göstermektedir. Toprak örneklerinin organik madde içerikleri % 0.69 ile % 2.62 arasında değişim göstermektedir. Toprak örneklerinin NH₄+NO₃ değerlerinin 1.01 ppm ile 7.04 ppm arasında değişim gösterdiği, ortalama 3.72 ppm olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

Toprak örneklerinin tekstür sınıfları incelendiğinde, geniş bir dağılım gösterdikleri gözlenmektedir. Toprak örneklerinin % 85’inin organik maddece fakir oldukları gözlenmektedir. Bu sonuçlar, bölgede yapılan daha önceki çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Sağlam ve ark., 2000; Bellitürk ve Sağlam, 2005).

3.1. Amonyum Azotu (NH₄⁺-N)

Araştırma topraklarından inkübasyon süresince alınan örneklerde belirlenen amonyum azotu miktarları Çizelge 2’de sunulmuştur. İnkübasyonun G1 döneminde belirlenen amonyum azotu değerleri, ileriki dönemlerde belirlenen değerlere göre daha düşüktür. Araştırma topraklarında ortalama amonyum

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındıkları yerler ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Toprak No	İlçe	Köy	pH (1/2.5 H ₂ O)	Tuz (%)	CaCO ₃ (%)	Org. Mad. (%)	NH ₄ + NO ₃ (ppm)	Değişebilir Kasyonlar (me/100g)			Tekstür			Sınıfı
								Ca	Mg	K	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	
1	Muratlı	Arzulu	6.50	0.01	0.00	1.16	7.04	5.67	2.17	3.33	27.53	39.63	32.83	CL
2	Çerkezköy	Yanıkağıl	6.57	0.01	0.00	1.40	3.02	3.33	3.50	4.23	18.09	14.33	67.58	SL
3	Hayrabolu	Öreyköy	7.43	0.02	0.00	2.16	4.03	15.83	3.50	8.97	43.13	4.27	52.60	SC
4	Şarköy	Şenköy	8.01	0.03	16.80	1.65	3.02	21.33	2.83	11.89	38.02	48.05	13.93	SiCL
5	Çorlu	Önerler	5.40	0.01	0.00	0.95	7.04	5.17	1.83	1.80	8.46	10.07	81.47	LS
6	Çorlu	Marmaracık	7.82	0.01	2.00	0.69	2.01	20.00	2.83	3.19	32.19	4.24	63.58	SCL
7	Hayrabolu	Faraşköy	7.98	0.02	9.21	2.01	4.03	21.83	5.33	7.74	21.33	52.29	26.38	SiL
8	Hayrabolu	Canlıdır	7.96	0.01	8.80	1.73	5.03	22.83	1.83	4.07	37.52	43.29	19.19	SiCL
9	Muratlı	Müsellim	6.69	0.02	0.00	1.51	3.02	17.17	2.50	4.38	39.41	6.16	54.43	SC
10	Malkara	Emirali	7.98	0.04	12.41	0.99	1.01	17.50	1.17	3.48	23.14	35.13	41.73	L
11	Merkez	Bıyıklı	6.74	0.01	0.00	1.32	3.02	16.17	6.50	4.38	38.26	35.73	26.01	CL
12	M.Ereğlisi	Yeniçiftlik	7.82	0.03	2.00	0.98	1.01	30.00	1.50	3.77	25.67	46.29	28.05	L
13	Merkez	İnecik	8.20	0.02	7.21	1.00	5.03	21.50	2.83	6.41	30.10	47.54	22.36	CL
14	Saray	Sinanlı	8.22	0.02	10.00	1.03	4.03	40.67	4.83	8.35	37.87	34.69	27.44	CL
15	Malkara	Kozyörük	6.65	0.01	0.00	1.26	2.01	6.00	4.17	2.79	22.41	36.94	40.65	L
16	Saray	Yuvalı	7.16	0.02	0.00	1.09	1.01	9.83	2.17	2.79	17.44	24.45	58.10	SL
17	Muratlı	K.kepenekli	6.69	0.02	1.23	1.47	3.02	21.20	3.10	4.38	39.41	6.16	54.43	SC
18	Malkara	Kalaycı	7.96	0.01	0.82	1.89	7.04	13.40	13.80	4.07	37.52	43.29	19.19	SiCL
19	Çorlu	Sarılar	6.57	0.01	8.17	2.62	5.03	19.80	12.00	4.23	18.09	14.33	67.58	SL
20	Merkez	Gazioğlu	6.74	0.01	7.36	1.89	4.03	24.00	21.00	4.38	38.26	35.73	26.01	CL
Min.			5.40	0.01	0.00	0.69	1.01	3.33	1.17	1.80	8.46	4.24	13.93	
Mak.			8.22	0.04	16.80	2.62	7.04	40.67	21.00	11.89	43.13	52.29	81.47	
Ort.			7.25	0.02	4.30	1.44	3.72	17.66	4.97	4.93	29.69	29.13	41.18	

azotu miktarı G1’de 94.61 ppm olarak belirlenirken, G2’de 256.38 ppm’e yükselmiş, G3’de 207.71 ppm’e tekrar gerilemiş ve G4’te ise 187.71 ppm’e gerilemiştir. İnkübasyonun 4 ayrı döneminde belirlenen amonyum azotu miktarları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler Çizelge 3’te sunulmuştur. Çizelge 3’e göre, inkübasyonun G1 döneminde belirlenen amonyum azotu ile pH, Ca, K ve kil miktarları arasında pozitif, G2 döneminde belirlenen amonyum azotu ile silt miktarları arasında pozitif ve G4 döneminde belirlenen amonyum azotu ile K miktarları arasında pozitif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır. İnkübasyonun G2 döneminde belirlenen amonyum azotu ile kum miktarları arasında negatif, G3 ve G4 dönemlerinde belirlenen amonyum azotu ile Mg miktarları arasında negatif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Çizelge 2. İnkübasyonun farklı aşamalarında topraklarda saptanan NH_4^+ -N miktarları, mg kg^{-1}

Toprak No	NH_4^+ -N			
	İnkübasyon Zamanı (Günler)			
	G1	G2	G3	G4
1	60.59	311.00	316.05	234.26
2	112.08	297.88	294.85	227.19
3	127.23	218.11	222.15	177.72
4	85.83	230.22	245.37	272.63
5	16.16	184.78	327.16	249.41
6	61.59	240.32	174.69	221.14
7	98.96	263.54	187.81	287.78
8	82.80	293.84	265.56	197.91
9	145.40	270.61	249.41	212.05
10	52.51	185.79	186.80	121.17
11	95.93	258.50	220.13	214.07
12	108.04	264.55	263.54	190.84
13	86.84	302.93	126.22	191.85
14	157.52	307.97	262.54	207.00
15	71.69	362.50	90.88	167.62
16	155.50	237.29	109.05	64.62
17	86.84	256.48	191.85	157.52
18	126.22	229.21	141.37	125.21
19	58.57	185.79	100.98	88.86
20	101.98	226.18	177.72	145.40
Min.	16.16	184.78	90.88	64.62
Mak.	157.52	362.50	327.16	287.78
Ort.	94.61	256.38	207.71	187.71

Çizelge 3. İnkübasyonun farklı aşamalarında topraklarda saptanan NH_4^+ -N miktarları ile bu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkiler

Toprak Özellikleri	NH_4^+ -N							
	İnkübasyon Zamanı (Günler)							
	G1	G2	G3	G4				
pH	0.350	* 0.112	öd	0.218	öd	0.022	öd	
CaCO ₃	0.117	öd	0.192	öd	0.066	öd	0.121	öd
Organik Madde	0.128	öd	0.273	öd	0.239	öd	0.182	öd
Ca	0.331	*	0.005	öd	0.020	öd	0.032	öd
Mg	0.114	öd	0.243	öd	0.365	*	0.343	*
K	0.330	*	0.008	öd	0.084	öd	0.387	*
Kil	0.437	**	0.136	öd	0.035	öd	0.067	öd
Silt	0.036	öd	0.314	*	0.078	öd	0.164	öd
Kum	0.248	öd	0.334	*	0.049	öd	0.172	öd

*: 0.05 önemli, **: 0.01 önemli, öd: önemli değil

3.2. Nitrat Azotu (NO_3^- -N)

Araştırma topraklarından inkübasyon süresince alınan örneklerde belirlenen nitrat azotu miktarları Çizelge 4’te sunulmuştur. Çizelge 4’e göre, nitrat azotu miktarında G2’ye kadar artış gözlenmiş, daha sonraki günlerde bu değerde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Araştırma topraklarında ortalama nitrat azotu miktarı G1’de 20.14 ppm olarak belirlenirken, G2’de 63.36 ppm’e yükselmiş, G3’te 60.38 ppm ve inkübasyonun G4 döneminde 60.84 ppm olduğu bulunmuştur. İnkübasyonun 4 ayrı döneminde belirlenen nitrat azotu miktarları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler Çizelge 5’te sunulmuştur. Çizelge 5’e göre, inkübasyonun G1 döneminde belirlenen nitrat azotu ile Ca, K ve kil miktarları arasında pozitif, G2’de belirlenen amonyum azotu ile pH, organik madde, Mg, K ve kil miktarları arasında pozitif, G3’te belirlenen amonyum azotu ile Mg ve kil miktarları arasında pozitif ve G4’te belirlenen amonyum azotu ile organik madde miktarları arasında pozitif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Çizelge 4. İnkübasyonun farklı aşamalarında topraklarda saptanan NO_3^- -N miktarları, mg kg^{-1} .

Toprak No	NO_3^- -N			
	İnkübasyon Zamanı (Günler)			
	G1	G2	G3	G4
1	17.17	48.47	63.61	69.67
2	18.18	55.54	60.59	66.64
3	34.33	102.99	85.83	94.92
4	18.18	85.83	86.84	51.50
5	5.05	16.16	51.50	74.72
6	15.15	59.58	30.29	40.39
7	21.20	58.57	39.38	45.44
8	18.18	45.44	35.34	61.59
9	37.36	40.39	46.45	57.56
10	16.16	44.43	38.37	57.56
11	30.29	40.39	25.24	36.35
12	27.26	56.55	62.60	57.56
13	26.25	59.58	46.45	55.54
14	20.20	81.79	84.82	64.62
15	4.04	29.28	4.04	25.24
16	16.16	99.97	68.66	42.41
17	22.21	81.79	100.98	74.72
18	20.20	124.20	151.46	114.10
19	12.12	69.67	60.59	68.66
20	23.22	66.64	64.62	57.56
Min.	4.04	16.16	4.04	25.24
Mak.	37.36	124.20	151.46	114.10
Ort.	20.14	63.36	60.38	60.84

Çizelge 5.İnkübasyonun farklı aşamalarında topraklarda saptanan NO_3^- -N miktarları ile bu topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkiler

Toprak Özell.	NO_3^- -N							
	İnkübasyon Zamanı (Günler)							
	G1	G2	G3	G4				
pH	0.266	öd	0.437	**	0.172	öd	-0.005	öd
CaCO ₃	-0.096	öd	0.085	öd	0.001	öd	-0.137	öd
Org. Madde	0.173	öd	0.368	*	0.299	öd	0.368	*
Ca	0.352	*	0.237	öd	0.146	öd	-0.035	öd
Mg	0.028	öd	0.314	*	0.313	*	0.234	öd
K	0.362	*	0.428	**	0.289	öd	0.092	öd
Kil	0.650	**	0.402	*	0.329	*	0.213	öd
Silt	-0.042	öd	0.016	öd	-	öd	-0.189	öd
Kum	-0.287	öd	0.213	öd	0.143	öd	0.055	öd

*: 0.05 önemli, **: 0.01 önemli, öd: önemli değil

3.3. Uygulanan Üreden Meydana Gelen Toplam Azot Dönüşümleri (UTR)

Araştırmada topraklara uygulanan üre halindeki azottan meydana gelen toplam mineral N dönüşümlerine (UTR) ilişkin değerler Çizelge 6'da verilmiş olup, Şekil 1'de ise her toprağa ait olan toplam azot dönüşümleri ayrı ayrı sunulmuştur. Çizelge 6'ya göre, inkübasyonun G1 döneminde meydana gelen ortalama üre dönüşüm oranı (UTR) % 77.05, G2'de % 36.05, G3'te % 46.38 ve G4'te ise % 50.29 olduğu görülmektedir. En yüksek değerinkübasyonun G1 döneminde olduğu ortaya çıkmıştır. Burada, ürenin toprağa ilk uygulandığı dönemde hızlıca hidroliz olduğunu açıkça görmekteyiz. Ürenin hidrolizi 1-2 hafta içerisinde tamamlanarak asgariye düşmektedir. Daha sonraki 7., 14. ve 28. günlerde bu ürenin dönüşümü toprağın özelliğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Burada ürenin dönüşüm miktarının $G1 > G2 > G3 > G4$ şeklinde beklenmemesi gerekir. Çünkü her toprağın azot dönüşüm kapasitesi, sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özelliklerden dolayı farklı olabilmektedir. Ancak bunun haricinde bazı topraklarda (16 nolu toprak örneğinde olduğu gibi) ekstrem durumlara da rastlamak mümkündür.

Çizelge 6.İnkübasyonun farklı aşamalarında toprağa verilen üre gübresinden meydana gelen toplam mineral azot dönüşümleri (UTR), %.

Toprak No	UTR			
	İnkübasyon Zamanı (Günler)			
	G1	G2	G3	G4
1	84.45	28.11	24.07	39.21
2	73.95	29.32	28.91	41.23
3	67.69	35.78	38.41	45.47
4	79.20	36.79	33.56	35.17
5	95.76	59.81	24.27	35.17
6	84.65	40.02	59.00	47.69
7	75.97	35.58	54.56	33.36
8	79.81	32.14	39.82	48.10
9	63.45	37.80	40.83	46.08
10	86.27	53.96	54.97	64.25
11	74.76	40.22	50.93	49.92
12	72.94	35.78	34.77	50.32
13	77.38	27.50	65.47	50.52
14	64.46	22.05	30.53	45.68
15	84.85	21.64	81.02	61.43
16	65.67	32.55	64.46	78.59
17	78.19	32.35	41.43	53.55
18	70.72	29.32	41.43	52.14
19	85.86	48.91	67.69	68.50
20	74.96	41.43	51.53	59.41
Min.	63.45	21.64	24.07	33.36
Mak.	95.76	59.81	81.02	78.59
Ort.	77.05	36.05	46.38	50.29

Topraklara uygulanan üreden, toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak azotun önemli bir bölümü amonyak şeklinde veya denitrifikasyonla kaybolabilmektedir. Bu durum, çalışmadaki topraklara 500 ppm düzeyinde uygulanan ürenin, inkübasyonun 28. gününde daha düşük değerlerde saptanmasıyla da açıkça görülmektedir. Bu tip kayıpların tamamıyla durdurulması pratik olarak mümkün olamamaktadır. Ancak, oluşan azot kayıplarının bir miktar azaltılması mümkündür. Topraklarda oluşan toplam mineral azot dönüşümleri üzerine toprağın tekstürü, organik madde, kireç, pH ve değişebilir katyon miktarları etkili olabilmektedir. Toprağa uygulanan üre halindeki azottan meydana gelen toplam azot dönüşümleri ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, amonyum azotu ve nitrat azotu arasındaki ilişkiler Çizelge 7’de sunulmuştur. Çizelge 7 incelendiğinde, inkübasyonun G1 döneminde topraklardaki azot dönüşüm değerleri (UTR) ile toprakların pH, Ca, K ve kil miktarları arasında negatif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır. G2 döneminde UTR ile toprakların pH ve kil miktarları ile negatif yönde, kum miktarları ile pozitif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır. G3 döneminde önemli ilişkiler bulunamamıştır. G4 döneminde UTR ile toprakların K miktarları arasında negatif yönde önemli ilişkiler bulunmuştur. G1, G2, G3 ve G4 inkübasyon dönemlerinde belirlenen azot dönüşümleri (UTR) ile inkübasyonun aynı günlerde belirlenen amonyum azotu ve G1, G2 ve G3 dönemlerinde belirlenen nitrat azotu arasında negatif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Araştırma topraklarında belirlenen amonyum azotu ve nitrat azotunun inkübasyon süresine bağlı olarak G2 dönemine kadar artmış olması, ürenin toprakta parçalanma reaksiyonu ile ilgilidir. Bu sonuç, bu konuda daha önce yapılan birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir (Bellitürk ve Sağlam, 2005; Bremner ve Douglas, 1971; Matar ve Doering, 1979).

Toprakların pH değerleri ile G1 döneminde belirlenen amonyum azotu arasında ve G2 döneminde belirlenen nitrat azotu arasında pozitif yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir. Bu sonuca göre, topraklarda pH arttıkça ürenin hidrolizinin de arttığı görülmektedir. Gasser (1964), topraklarda pH arttıkça ürenin hidrolizinin de arttığını, eğer pH değeri 7’nin üzerinde ise amonyak şeklinde kayıplar olacağını belirtmiştir.

Toprakların organik madde miktarları ile G2 ve G4 dönemlerinde belirlenen nitrat azotu arasında pozitif yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Toprakların değişebilir katyon miktarlarına bakıldığında, Ca ile G1 döneminde belirlenen amonyum ve nitrat azotu arasında pozitif yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir. Mg ile inkübasyonun G3 ve G4 dönemlerinde belirlenen amonyum azotu arasında negatif yönde; G2 ve G3 dönemlerinde belirlenen nitrat azotu ile pozitif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır. K ile G1 ve G4 dönemlerinde belirlenen amonyum azotu arasında pozitif yönde; inkübasyonun G1 ve G2 dönemlerinde belirlenen nitrat azotu

Çizelge 7. İnkübasyonun farklı aşamalarında toprağa verilen üre gübresinden meydana gelen toplam mineral azot dönüşümü (UTR) ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, amonyum azotu ve nitrat azotu arasındaki ilişkiler.

Toprak Özellikleri	UTR								
	İnkübasyon Zamanı (Günler)								
	G1		G2		G3		G4		
pH	-0.35 [†]	†	-0.34 [†]	†	0.12 [†]	ö	-0.02	ö	
CaCO ₃	0.12	ö	0.13 [†]	ö	0.05 [†]	ö	-0.07 [†]	ö	
Organik Madde	-0.14 [†]	ö	0.06 [†]	ö	0.09 [†]	ö	0.05 [†]	ö	
Ca	-0.36 [†]	†	-0.12 [†]	ö	-0.04	ö	-0.01 [†]	ö	
Mg	-0.10 [†]	ö	0.06 [†]	ö	0.20	ö	0.26 [†]	ö	
K	-0.36	†	-0.24 [†]	ö	-0.19 [†]	ö	-0.41 [†]	*	
Kil	-0.51 [†]	*	-0.35 [†]	†	-0.16 [†]	ö	-0.14 [†]	ö	
Silt	-0.02 [†]	ö	-0.31 [†]	ö	0.08 [†]	ö	-0.09 [†]	ö	
Kum	0.27 [†]	ö	0.43 [†]	*	0.01 [†]	ö	0.15 [†]	ö	
NH ₄ ⁺ -N	G1	-0.986	**	-0.528	**	-0.069	öd	0.146	ö
	G2	-0.208	öd	-0.848	**	0.078	öd	-0.163	ö
	G3	0.053	öd	0.141	öd	-0.913	**	-0.717	*
	G4	0.143	öd	-0.053	öd	-0.487	**	-0.938	*
NO ₃ ⁻ -N	G1	-0.697	**	-0.163	öd	-0.203	öd	-0.149	ö
	G2	-0.538	**	-0.335	*	-0.033	öd	0.211	ö
	G3	-0.364	*	-0.170	öd	-0.435	**	-0.040	ö
	G4	-0.131	öd	0.030	öd	-0.497	**	-0.178	ö

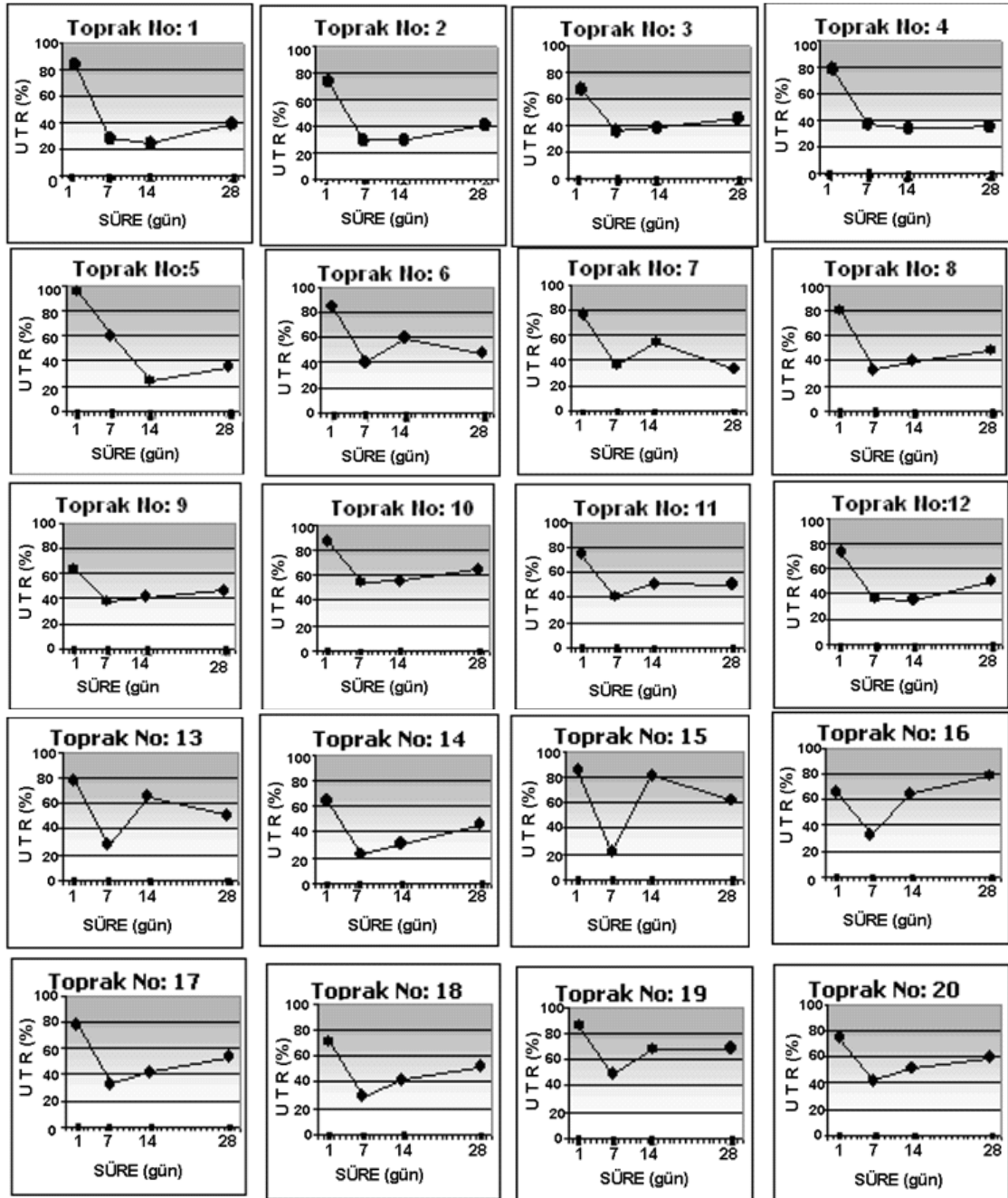
*: 0.05 önemli, **: 0.01 önemli, öd: önemli değil

arasında aynı şekilde pozitif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Toprakların kil miktarları ile inkübasyonun G1 döneminde belirlenen amonyum azotu arasında ve aynı şekilde G1, G2 ve G3 dönemlerinde belirlenen nitrat azotu arasında pozitif yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir. İnkübasyonun G2 döneminde belirlenen amonyum azotu ile toprakların silt miktarları arasında pozitif yönde, kum miktarları arasında ise negatif yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların kum miktarları ile G2 döneminde belirlenen amonyum azotu arasında önemli ve negatif ilişkinin bulunmasına sebep olarak,

kaba bünyeli topraklarda üreaz enzim aktivitesinin zayıf olması sonucunda ürenin hidrolizinin kumlu topraklarda yavaş olduğu gösterilmiştir (Bellitürk ve Sağlam, 2005).

Çizelge 6 incelendiğinde, G1 döneminde topraklardaki azot dönüşüm değerleri (UTR) %63.45-95.76 arasında, G2'de %21.64-59.81 arasında, G3'te %24.07-81.02 arasında ve G4'te %33.36-78.59 arasında bulunmuştur. Şekil 1 incelendiğinde, inkübasyonun başlangıcında topraklardaki ürenin hidrolizinin çok hızlı olduğu görülmektedir (Bellitürk ve Sağlam, 2005; Alpaslan, 2000; Bremner ve Douglas, 1971; Volk ve Sweat, 1955).



Şekil 1. İnkübasyonun 4 farklı aşamasında her bir toprağa ait olan UTR (%)

Toprak özellikleri, uygulanan azotlu gübrelerden meydana gelen azot dönüşümlerini ve hatta amonyak kayıplarını etkilemektedir. Bu nedenle azotlu gübrenin uygulanacağı toprağın özelliklerinin iyi bilinmesi gerekir. Bu durum, toprağa verilen üre gübresinden meydana gelen mineral azot dönüşümleri (UTR) ile toprak özellikleri arasındaki istatistiki ilişkilerden de açıkça görülmektedir.

Gübre materyalleri ile toprağa kazandırılan azotun miktarı ve mineralizasyon hızı toprağın tekstür, strüktür, gözeneklilik, havalanma, pH, tuz ve besin elementleri içeriği gibi toprak özelliklerine, iklim özelliklerine ve gübre materyallerinin özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Gür, 1987).

4. KAYNAKLAR

- Aktaş, M., 1995. Bitki besleme ve toprak verimliliği. 3. Baskı, A.Ü. Zir. Fak. Yayın No: 1429, Ders Kitabı No: 416, 344 s., Ankara.
- Allison, F.E., 1955. The enigma of soil nitrogen balance sheets. Adv. in Argon. 7: 231-250.
- Alpaslan, M., 2000. Üre uygulamasının topraklarda üreaz aktivitesi ve nitrat ve amonyum oluşumuna etkisi. J. Agric. Sci. 6 (4): 49-56, Ankara.
- Anonim, 2000. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı. Gübre Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. S: 69, DPT: 2514-ÖİK: 531 (<http://ekutup.dpt.gov.tr>), Ankara. [Ulaşım: 24 Mayıs 2005].
- Anonim, 2005. Tekirdağ ili iklim verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tekirdağ Met. İl Müd., Tekirdağ
- Aydemir, O., 1979. Gübreler ve çevre kirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Zir. Fak. Der., 10 (3-4), s.189-197, Erzurum.
- Bayraklı, F., 1986. Toprak ve bitki analizleri (Çeviri). Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fakültesi, 199s., Samsun.
- Bellitürk, K., 2005. Tekirdağ koşullarında buğday yetiştirilen toprakların mikro besin elementleri ve ağır metal içeriklerinin saptanması. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt 2, s: 1211-1215, 5-9 Eylül, Antalya.
- Bellitürk, K., Sağlam, M.T., 2005. A research on the urea hydrolysis rate in the soils of Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (3): 446-449.
- Bock, B.R., Kissel, D.E., 1988. Ammonia volatilization from urea fertilizers. National Fert. Dev. Center, TVA, USA.
- Bremner, J.M., Douglas, L.A., 1971. Decomposition of urea phosphate in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 575-578.
- Broadbent, F., Hill, G., Tyler, K., 1958. Transformations and movement of urea in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 22: 303-307.
- Doak, B.W., 1952. Some chemical changes in the nitrogenous constituents of urine when voided on pasture. J. Agric. Sci. 42: 162-171.
- Eyüpoğlu, F., 2002. Türkiye gübre gereksinimi, tüketimi ve geleceği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, KHGM Toprak ve Güb. Araş. Enst. İşl. Müd. Yay. Teknik Yayın No: T-2, Genel Yayın No: 2, 189s, Ankara.
- Gasser, J.K.R., 1964. Urea as a fertilizer. Soils and fertilizers. 27 (3): 175-180.
- Gedikoglu, I., 1990. Toprak verimliliğinin tayininde kullanılan laboratuvar analiz yöntemleri. KHGM, Şanlıurfa Araş. Enst. Müd. Yay. Genel Yayın No: 55, Teknik Yayın No:11, 75s., Şanlıurfa.
- Gökçe, G.F., Öğleni, N., Öğleni, Ö. ve Şengörür, B., 2005. Edirne ili tarımsal kirliliğinin irdelenmesi. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu IV, S: 273-288, 14-15 Ekim, Edirne.
- Güneş, A., M. Aktaş, 1992. Kireçli bir toprakta N-servin nitrifikasyon oranı ve azot kaybı üzerine etkisi. Doğa-Tr. J. Agri. For., 16, S: 501-506.
- Gür, K., 1987. Toprak biyolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 10, Konya.
- Han, K-H., Choi, W-J., Han, G-H., Yun, S-I., Yoo, S-H and Ro, H-M., 2004. Urea-nitrogen transformation and compost-nitrogen mineralization in three different soils as affected by the interaction between both nitrogen inputs. Biol. Fertil. Soils, 39:193-199.
- Jackson, M.L., 1965. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., pp. 111-117, USA.
- Karaca, A., Baran, A. ve Haktanır, K., 2000. The effect of compaction on urease enzyme activity, carbon dioxide evaluation and nitrogen mineralization. Tr J Agric For 24, 437-441.
- Martens, D.A., Bremner, J.M., 1989. Soil properties affecting volatilization of ammonia from soils treated with urea. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 20 (15-16): 1645-1657.
- Matar, Y., Doering, H.W., 1979. Transformation of urea and ammonium sulphate in sand loam soils of Tripoli, Libya. Water and fertilizer use for food production in arid and semi-arid zones. 3rd CIEC Symposium, pp. 285-288, Vienna.
- Moe, P.G., 1967. Nitrogen losses from urea as affected by altering soil urease activity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 31: 380-382.
- Sağlam, M.T., 1979. Toprakta mevcut bazı azot formlarının tayini ve azot elverişlilik indeksleri (Çeviri). Atatürk Üniversitesi Yayınları No:523, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 238, Tercüme Serisi No:18, 137s., Erzurum.
- Sağlam, M.T., Tok, H.H., Adiloğlu, A., Albut, S., Bellitürk, K., Öner, N. and Kaya, G., 2000. An investigation on the determination of tendency of differences in pH value, phosphorus, potassium and organic matter content of soils taken from Thrace Region between 1985-1988. Agroenviron 2000, 2nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications, pp. 415-420, 18-20 October, Tekirdağ.
- Sağlam, M.T., 2001. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 189, Yardımcı Ders Kitabı No:5, 154s., Tekirdağ.
- Soubies, L., Gadet, R., Lenain, M., 1955. Ann. agron. 6, pp. 997-1033, Paris.
- SPSS, 1999. SPSS for windows release 10.0, SPSS Inc., Chicago.
- Terman, G.L., Hunt, C.M., 1964. Volatilization losses of nitrogen from surface-applied fertilizers as measured by crop response. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 667-672.
- Topbaş, M.T., 1987. Azotlu gübreler. Selçuk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 36, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 7, Konya.
- Tuncay, H., 1994. Su kalitesi (I. Basım). Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 512, Bornova-İzmir.
- Tuzuner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Volk, G.M., Sweat, A.W., 1955. Mobility of urea nitrogen applied to Florida soils. Proc. Soil Sci. Soc. of Florida, 15: 117-123.
- Watkins, S.H., Strand, R.F., DeBell, D.S., Eschjr, J., 1972. Factors influencing ammonia losses from urea applied to Northwestern forest soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36: 354-357.