

## Tekirdağ İli Topraklarının Mineralize Olan Azot Miktarları İle Mineralizasyon Kapasiteleri Üzerinde Bir Araştırma \*

**K. BELLİTÜRK**

**M. T. SAĞLAM**

T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, TEKİRDAĞ

Bu araştırma, Tekirdağ İli'nden alınan farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olan topraklardaki organik formda bulunan azotun mineralizasyonunu belirleyebilmek amacıyla laboratuarda yürütülmüştür. Bu amaçla topraklar 14 günlük inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyon süresince topraklarda günlük olarak  $(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ -N analizi yapılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, toprak örneklerinin % 90'ı organik maddece yetersiz bulunurken, % 45'i fosfor bakımından zengin bulunmuştur. Toprak örneklerinin mineralizasyon kapasitelerinin 0.01 ppm ile 8.08 ppm arasında olduğu tespit edilmiştir.

Toprak örneklerinin kireç miktarları ile mineralizasyon kapasiteleri arasında  $r = 0,611$  düzeyinde pozitif ilişkiler belirlenmiş ve bu değer istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,01$ ). Toprakların organik madde miktarı, toplam azot miktarı, kil ve pH değerleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Azot, mineralizasyon kapasitesi, inkübasyon.

### **A Research on the Amount of Mineralized Nitrogen and Mineralization Capacity in the Soils of Tekirdag Province**

In this study, the soils had the different chemical and physical characteristic collected from Tekirdağ province as well as mineralization of the organic nitrogen form was investigated in lab. For this purpose, soils were subjected to 14 day incubation and  $(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$ -N were analysed daily.

According to the results, 90 % of soil samples were found to be insufficient in organic matter whereas; 45 % of soil samples were rich in phosphorus. The mineralization capacity of soil samples were determined between 0.01 ppm and 8.08 ppm.

The relationships between the lime amount and the mineralization capacity were positive ( $r=0,611$ ) and it was found to be statistically significant ( $P < 0,01$ ). There was no relationship between the mineralization capacity and organic matter, total nitrogen, clay and pH values.

**Keywords:** Nitrogen, capacity of mineralization, incubation.

---

\* Doktora tezinin bir kısmından özetlenmiştir.

## Giriş

Trakya Bölgesi topraklarında uzun yıllardan beri uygulanan yanlış tarımsal işlemler nedeni ile toprakların organik madde düzeyleri giderek azalmaktadır. Bölge topraklarının yaklaşık yarısına yakın kısmında ilk 0-20 cm'lik katmanda organik madde miktarları % 1 düzeylerinde seyretmektedir. Bu oldukça düşük bir seviyedir. O halde toprakların sürdürülebilir verimlilik düzeyinde işlenmesi için bu değerlerin kontrollü bir şekilde artırılması gerekmektedir. Aksi durumda, toprağa daha fazla yapay gübre verilmesi gibi önemli bir sorunla karşı karşıya kalınabilir.

Gübre miktarlarının istenilen seviyede tutulması, hem doğru kaynak kullanımı, hem karlılık, hem de çevre kirliliği ve sağlık yönünden önem kazanmaktadır (Özyazıcı ve ark., 2001). Birim alana kullanım itibarıyla azotlu gübrelerde Türkiye'de hektara 50,5 kg'a karşılık Trakya'da 101 kg yani iki kat gübre kullanılmaktadır (Bayraktar, 1997).

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).

Nitrifikasyon, amonyumu nitrite ve nitriti nitrate dönüştüren biyolojik oksidasyon işlemidir. Tarım yapılan topraklarda pH ve NO<sub>3</sub> oluşumu arasında önemli korelasyon bulunmuş ve NO<sub>3</sub> oluşması için optimum pH değerlerinin 6,6 ile 8,0 arasında olmasının uygun olduğu belirtilmiştir (Paul ve Clark, 1989). Toprak pH'sı toprakta yaşayan mikroorganizmaların sayısına ve aktivitesine etki ettiğinden, organik azotun inorganik azota dönüşümü de bundan etkilenmektedir (Kacar, 1977; Kızıloğlu ve ark., 2001). Paul ve Clark (1989), nitrifikasyonla oluşan hidrojen

iyonlarının, topraktaki pH'nın düşmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Kızıloğlu ve ark. (2001), Erzurum ve Rize yörelerinden aldıkları toprak örneklerinde 0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 günlük inkübasyon sonunda, nitrifikasyon kapasitelerinin azotlu gübrelemeden etkilendiğini ve gübre ilavesine bağlı olarak nitrifikasyon kapasitelerinin artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Duisberg ve Bühner (1954)'in nitrifikasyon olayını açıklayan bir çalışmada, 14 günlük bir inkübasyon dönemi sonunda NH<sub>4</sub>'un aşağı yukarı tamamı NO<sub>3</sub>'a yükseltgenirken, toprak pH'sı asit yöne doğru değişmiştir. Öte yandan bir haftalık inkübasyon süresi sonunda ise önce NO<sub>2</sub> en yüksek düzeye ulaşmış ve nitrobakterin etkinliğinin artması ile NO<sub>2</sub> yeniden azalmıştır.

Çok sayıda mineral toprak örnekleri üzerinde çalışan Pritchett ve ark. (1959), iki haftalık inkübasyon sonunda elde edilen NO<sub>3</sub>'ün ortalama 21 ppm olduğunu ve organik madde ile NO<sub>3</sub> arasında önemsiz, toplam azot ile NO<sub>3</sub> arasında ise çok önemli istatistiki ilişkiler bulunduğunu belirtmektedirler.

Cornfield (1952), kullanmış olduğu topraklarda mineralize olan toplam azotun, kireç ilave edilen muamelelerde 23-75 ppm, kireç ilave edilmeyenlerde ise 10-56 ppm olduğunu tespit etmiş ve ayrıca toplam azot ile mineralize olan azot arasında istatistiki açıdan önemli bir ilişki bulmuştur.

Lutz (1966), organik madde ile nitrifikasyon arasında istatistiki olarak r = 0,73 gibi önemli ve pozitif bir ilişki bulmuştur.

Dancer ve ark. (1973), yaptıkları bir nitrifikasyon çalışmada 15 günlük bir inkübasyon sonunda topraklara uygulanan 100 ppm (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gübrelemesinin toprak pH'sına bağlı olarak NO<sub>3</sub> miktarında artışlara neden olduğunu kaydetmişler ve toprakların pH

değerleri ile elde edilen  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'i arasındaki korelasyon katsayısını  $r=0,92$  olarak hesaplamışlardır.

Sağlam (1976), 36 toprak örneğinde mineralizasyon kapasitelerini tespit ettiği bir çalışmada, iki haftalık zaman sonunda mineralize olan azot miktarını 2,90 ile 48,25 ppm arasında bulmuştur. Araştırmacı, organik madde ve toplam azot ile mineralize olan azot arasında çok önemli korelasyonlar tespit etmiş ancak, C/N oranı ve pH ile mineralizasyon arasında herhangi bir ilişki olmadığını belirtmiştir.

Bu çalışmada farklı özellikteki topraklardan mineralize olan azot miktarları ile bu toprakların mineralizasyon kapasiteleri ve toprağın bazı özellikleri ile ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleri Tekirdağ İl sınırları içerisinde Jackson (1965) tarafından belirtilen esaslara göre 0-20 cm'den alınmış ve araştırmada 20 toprak örneği kullanılmıştır. Toprak örneklerinin bölge topraklarını temsil edecek biçimde toplanmasına özen gösterilmiştir. Tekirdağ yöresinden alınan örnekler için bütün kimyasal ve fiziksel analizler ile laboratuvar denemeleri, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Toprak örneklerinin alındığı

yerlere ait ayrıntılı bilgiler Çizelge 1'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Toprak örneklerinde nem Kacar (1995); pH Bayraklı (1986); tuzluluk Tuncay (1994); toplam azot, amonyum+ nitrat+nitrit azotu, organik madde, kireç, yarıyışlı fosfor ile kation değişim kapasiteleri Sağlam (2001); tekstür Tüzüner (1990); istatistiksel analizler Soysal (2000) tarafından bildirilen esaslara göre belirlenmiştir.

**Denemenin Kurulması:** Deneme kuruluşunda takip edilen işlemler, Sağlam (1979; 1976) tarafından bildirilen esaslara göre yürütülmüştür. Deneme için temin edilen kapaklı özel kapların içerisine havada kurutulmuş toprak örneğinin (< 2 mm.) 10 gramı ile 30-60 mesh'lik elekten geçirilmiş ve yıkanmış kuartz kumununun 30 gramı cam baget ile karıştırılmıştır. Bu işlemde hemen sonra, hazırlanan toprak örneklerinin bulunduğu kapların üzeri streç film ile kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler, 14 gün süreyle 30 °C'de inkübasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra toprak örneklerinde 2 hafta süreyle her gün azot  $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3+\text{NO}_2)\text{-N}$ , ppm} tayinleri yapılmıştır. Topraklardan elde edilen azot  $\{(\text{NH}_4+\text{NO}_3+\text{NO}_2)\text{-N}$ , ppm} değerleri (MA= Mineralize Olan Azot Miktarı) ile, toprakların mineralizasyon kapasiteleri tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Toprak Örneği Alınan Yerler.

Top. No	İlçe	Köy	Mevki	Top. No	İlçe	Köy	Mevki
1	Merkez	Kayı	Cevizlik	11	M.Ereğlisi	Yakuplu	Çiçekli Tepe
2	Merkez	Selçuk	Osmanlı Korusu	12	M.Ereğlisi	Yeniçiftlik	Baraj Üstü
3	Çerkezköy	Kapaklı	Karaçalılık	13	Murathı	İnanlı	Köy Yanı
4	Çerkezköy	Uzunhacı	Siğir Yolu	14	Murathı	Yukarısirt	Dirmen Bayırı
5	Çorlu	Misinli	Bilkont Arkası	15	Saray	Çukuryurt	Değirmen Yanı
6	Çorlu	Türkgücü	Köy İçi	16	Saray	Demirler	Servi Yolu
7	Hayrabolu	Kemaller	Köy Cıvanı	17	Şarköy	Beyoğlu	Köy Altı
8	Hayrabolu	Tatarlı	Kuş Öyü	18	Şarköy	İğdebağları	Çengelli Yolu
9	Malkara	Gözsüz	Bayrak Düzü	19	Merkez	Karacakılavuz	Ayazma
10	Malkara	Sarnıç	Pirinç Bay.	20	Merkez	Barbaros	Demirli

Çizelge 2. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.

Top No	pH (1/2,5 H <sub>2</sub> O)	% Tuz	% Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	% Org. Mad.	KDK (me/100gr)	P (ppm)	Toplam Azot (ppm)	Bünye			
								% Kıl	% Silt	% Kum	Sınıf
1	7,48	0,03	1,45	1,52	34,63	31,58	777,51	35,86	22,80	41,34	CL
2	6,26	0,02	0,32	1,16	30,93	27,97	714,90	37,80	17,62	44,58	CL
3	6,70	0,03	0,77	1,40	32,63	23,76	799,72	42,20	17,76	40,04	C
4	6,05	0,03	0,00	1,63	25,39	48,05	805,78	20,96	13,47	65,57	SCL
5	7,40	0,02	1,40	1,89	36,58	6,32	926,95	37,90	15,79	46,31	SC
6	5,26	0,03	0,00	0,88	10,66	75,72	504,87	11,09	9,34	79,57	SL
7	7,77	0,03	4,14	2,28	35,13	11,13	1021,87	41,80	26,59	31,61	C
8	7,61	0,03	7,62	1,17	32,17	8,72	686,63	43,96	24,55	31,49	C
9	5,83	0,01	0,00	0,91	17,15	15,09	547,28	18,47	23,83	57,70	SL
10	5,10	0,01	0,00	1,30	24,00	5,03	561,42	23,60	11,74	64,66	SCL
11	6,05	0,01	0,00	0,85	26,14	27,42	500,84	24,76	11,86	63,38	SCL
12	6,58	0,01	0,21	1,22	25,76	26,47	597,77	29,11	24,30	46,59	SCL
13	7,70	0,03	1,73	2,30	40,40	9,93	1040,04	35,35	26,41	38,24	CL
14	7,15	0,03	1,34	1,07	28,35	19,55	593,71	31,14	20,16	48,70	SCL
15	5,50	0,01	0,00	1,11	17,11	46,03	569,50	16,40	7,69	75,91	SL
16	6,35	0,01	0,48	1,55	36,43	30,08	773,47	39,51	18,55	41,94	CL
17	6,16	0,01	0,10	1,32	23,66	5,79	751,25	20,76	29,62	49,62	L
18	8,00	0,04	24,12	1,58	47,14	17,74	861,66	53,34	20,66	26,00	C
19	7,45	0,03	8,00	1,60	25,12	16,85	783,57	41,85	26,38	31,77	C
20	7,40	0,03	2,80	1,15	25,55	19,85	686,63	27,21	22,06	50,73	SCL
Min	5,10	0,01	0,00	0,85	10,66	5,03	500,84	11,09	7,69	26,00	
Max	8,00	0,04	24,12	2,30	47,14	75,72	1040,04	53,34	29,62	79,57	

**Toprakların Mineralizasyon Kapasitelerinin İncelenmesi:**  
Toprakların mineralizasyon kapasiteleri, inkübasyonun 14. gününde topraklarda mevcut olan inorganik azot {(NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>)-N, ppm} miktarından, orijinal topraktaki inorganik azot {(NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>)-N, ppm} miktarının çıkarılmasıyla bulunmuştur (Sağlam,1976).

**MK (ppm) = MA (G3) – MA (orijinal toprak)** burada;

MK : Mineralizasyon kapasitesi, ppm  
MA (G3) : İnkübasyonun 14. günündeki inorganik azot {(NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>)-N} miktarı, ppm

MA (orijinal toprak): Orijinal topraktaki inorganik azot {(NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>)-N} miktarı, ppm

## Bulgular ve Tartışma

**Araştırma Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri:**  
Araştırmada kullanılan 20 adet toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin yapılan analiz sonuçları Çizelge 2’de, topluca verilmiştir. Toprak örneklerinin pH değerleri 5,10 ile 8,00 arasında geniş bir dağılım göstermektedir. Toprak örneklerinin % tuz değerleri incelendiğinde, bütün topraklar “tuzsuz” (% tuz = 0,00-0,15) sınıfına girmektedir (U.S. Soil Survey Staff, 1951). Toprak örneklerinin organik madde içerikleri % 0,85 ile % 2,30 arasında değişim göstermektedir. Buna göre toprakların % 90’ının organik maddece yetersiz olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar, Sağlam ve arkadaşlarının (2001) yapmış olduğu çalışmalar ile de saptanmıştır. Toprak

örneklerinin katyon değişim kapasiteleri 10,66 me/100 g ile 47,14 me/100 g arasında değişim göstermektedir. Araştırma konusu toprakların yarayışlı fosfor içerikleri 5,03 ppm ile 75,72 ppm arasındadır. Eyüpoğlu'na (2002) göre, 1972-2000 yılları arasında Marmara Bölgesi tarım alanlarında, dönem içerisinde fosforlu gübre ortalama olarak en fazla Tekirdağ İl'inde (22 246 ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/yıl) tüketilmiştir. Toprak örneklerinin toplam azot miktarlarının 500,84 ppm ile 1040,04 ppm arasında olduğu gözlenmektedir. Araştırma topraklarının tekstür sınıfları incelendiğinde, geniş bir dağılım göstermekte olup, 6 farklı tekstüre sahip toprakların alınmasına özen gösterilmiştir.

#### **Toprakların Mineralize Olan Azot Miktarları (MA) İle Mineralizasyon Kapasiteleri (MK) :**

Araştırma topraklarına ait, 14 günlük inkübasyon süresince elde edilen azot {NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>}-N, ppm} değerlerinin günlere göre değişimlerini gösteren şekiller aşağıda topluca verilmiştir (Şekil 1-Şekil 20). Topraklara ait mineralizasyon kapasiteleri ise Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Şekil 1'de görüleceği gibi, 1 nolu topraktaki MA ortalama 8,64 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca elde edilen MA değerleri, 14 günlük inkübasyon süresince değişkenlikler göstermiştir. En Çizelge 3. Toprakların Mineralizasyon Kapasiteleri.

Toprak No	MK, ppm	Toprak No	MK, ppm
1	1,01	11	1,01
2	0,99	12	2,02
3	1,00	13	1,01
4	0,01	14	1,01
5	0,01	15	3,03
6	1,01	16	3,03
7	2,03	17	5,05
8	1,01	18	8,08
9	3,64	19	4,04
10	5,05	20	2,02
<b>En Düşük</b>		<b>0,01</b>	
<b>En Yüksek</b>		<b>8,08</b>	

yüksek MA değeri 3. ve 4. günlerde 11,20 ppm olarak belirlenmiştir. Şekil 2'den de görüldüğü gibi, 2 nolu topraktaki MA ortalama 6,91 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerleri, 14 günlük inkübasyon süresince değişkenlikler göstermiştir. En yüksek MA değeri 1. günde 10,10 ppm olarak bulunmuştur. Şekil 3'ün incelenmesinden anlaşıldığı gibi, 3 nolu toprağa ait MA ortalama 5,46 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerleri, 14 günlük inkübasyon süresince değişkenlikler göstermiştir. En yüksek MA değeri 5. günde 10,00 ppm olarak bulunmuştur. Şekil 4'de görüldüğü gibi, 4 nolu toprağa ait MA ortalama 10,52 ppm olarak hesap edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerleri, 14 günlük inkübasyon süresince değişkenlikler göstermiştir. En yüksek MA değeri 2., 7. ve 8. günlerde 12,80 ppm olarak tespit edilmiştir.

Şekil 5'den de görüldüğü gibi, 5 nolu toprağa ait MA ortalama 9,37 ppm olarak belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, 14 günlük inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri 1. günde 13,60 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 6'da görüleceği üzere, 6 nolu toprağa ait MA ortalama 19,25 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerine bakıldığında, inkübasyonun

14. gününe kadar kısmen yavaşlamalar gözlenmiştir. En yüksek MA değeri 1. günde 26,39 ppm olarak belirlenmiştir. Şekil 7'nin incelenmesinden anlaşıldığı gibi, 7 nolu toprağa ait MA ortalama 10,49 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler görülmüştür. En yüksek MA değeri inkübasyonun 2. ve 7. günlerinde 12,80 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 8'den de görüldüğü gibi, 8 nolu toprağa ait MA ortalama 8,18 ppm olarak saptanmıştır. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 7., 8. ve 9. günlerinde 12,80 ppm olarak bulunmuştur.

Şekil 9'da görüleceği üzere, 9 nolu toprağa ait MA ortalama 7,70 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerine bakıldığında, inkübasyonun 9. gününden itibaren azalmalar olduğu gözlenmiştir. En yüksek MA değeri ise inkübasyonun 1. gününde 10,40 ppm olarak belirlenmiştir. Şekil 10'da görüleceği gibi, 10 nolu toprağa ait MA ortalama 7,04 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 4. gününde 12,80 ppm olarak saptanmıştır. Şekil 11'den de görüldüğü gibi, 11 nolu toprağa ait MA ortalama 5,29 ppm olarak belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerine bakıldığında, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmekle beraber, inkübasyonun 6. günü ile 13. günü arasındaki günlerde MA değeri 4,04 ppm olarak kaydedilmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 2. ve 3. günlerinde 9,60 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 12'den de görüleceği üzere, 12 nolu toprağa ait MA ortalama 5,45 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En

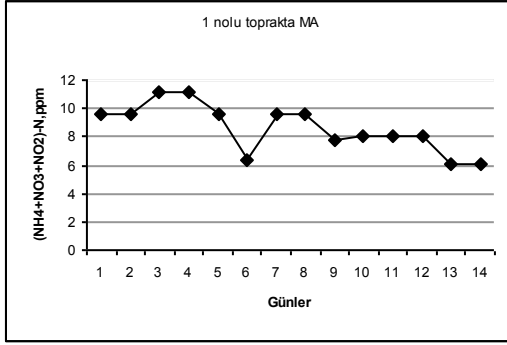
yüksek MA değeri inkübasyonun 2. ve 3. günlerinde 12,80 ppm olarak bulunmuştur.

Şekil 13'den de görüldüğü gibi, 13 nolu toprağa ait MA ortalama 7,90 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 2. ve 3. günlerinde 12,80 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 14'de görüleceği üzere, 14 nolu toprağa ait MA ortalama 5,63 ppm olarak saptanmıştır. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri 8,08 ppm ve en düşük MA ise 4,04 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 15'den de görüldüğü gibi, 15 nolu toprağa ait MA ortalama 6,02 ppm olarak belirlenmiştir. Elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA 8,08 ppm ve en düşük MA ise 4,04 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 16'da görüleceği üzere, 16 nolu toprağa ait MA ortalama 6,78 ppm olarak belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 1. gününde 9,08 ppm olarak bulunmuştur.

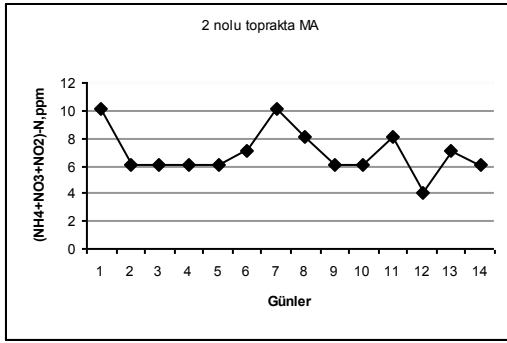
Şekil 17'nin incelenmesinden anlaşıldığı gibi, 17 nolu toprağa ait MA ortalama 5,70 ppm olarak saptanmıştır. Ayrıca elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA 8,08 ppm ve en düşük MA ise 4,04 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 18'den de görüldüğü gibi, 18 nolu toprağa ait MA ortalama 12,05 ppm olarak saptanmıştır. Söz konusu toprağa ait MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 1. gününde 16,16 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 19'da görüleceği üzere, 19 nolu toprağa ait MA ortalama 8,80 ppm olarak belirlenmiştir.

Elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 1. ve 2. günlerinde 12,12 ppm olarak tespit edilmiştir. Şekil 20'den de görüldüğü gibi, 20 nolu toprağa ait MA ortalama 6,93 ppm olarak bulunmuştur. Ayrıca

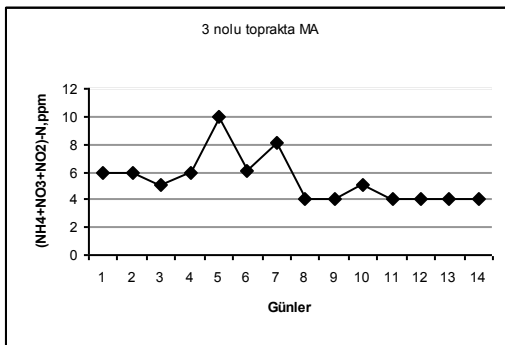
elde edilen MA değerlerinde, inkübasyon süresince değişkenlikler gözlenmiştir. En yüksek MA değeri inkübasyonun 1. ve 2. günlerinde 10,10 ppm olarak tespit edilmiştir.



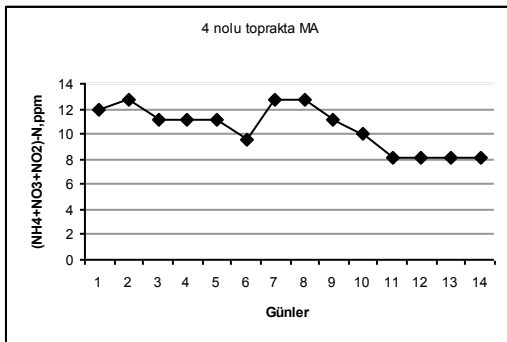
Şekil 1. 1 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



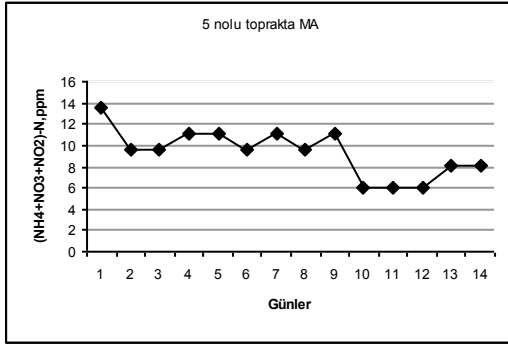
Şekil 2. 2 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



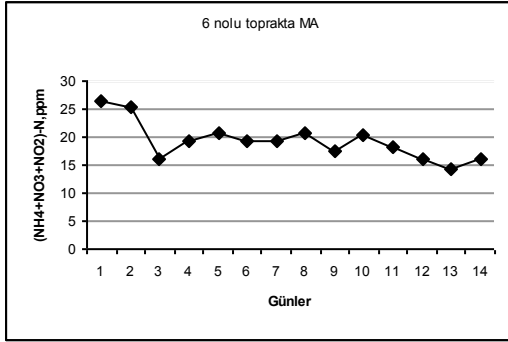
Şekil 3. 3 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



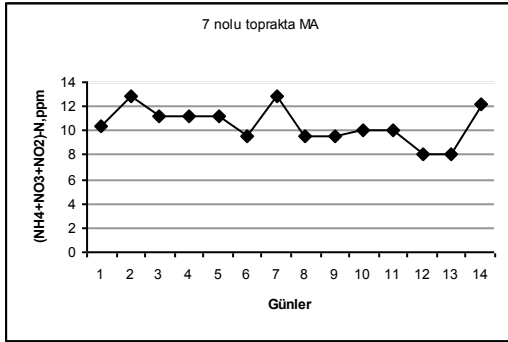
Şekil 4. 4 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



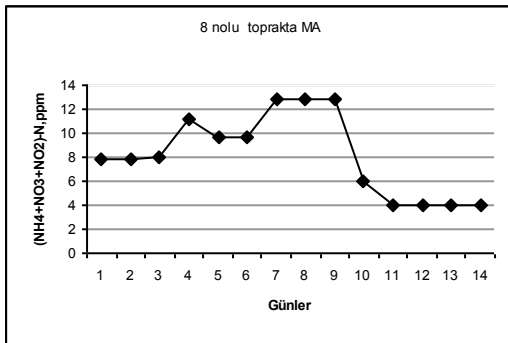
Şekil 5. 5 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



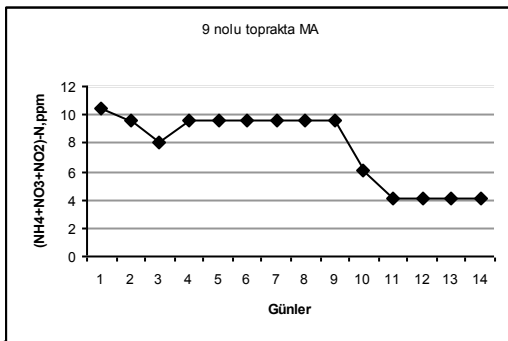
Şekil 6. 6 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



Şekil 7. 7 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.

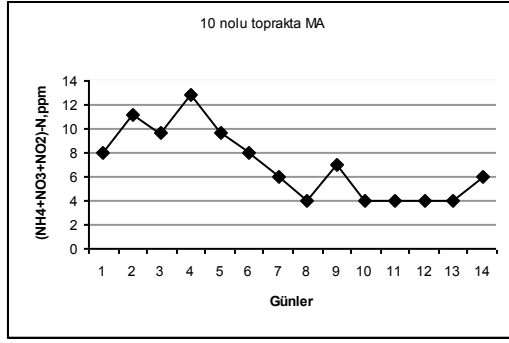


Şekil 8. 8 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.

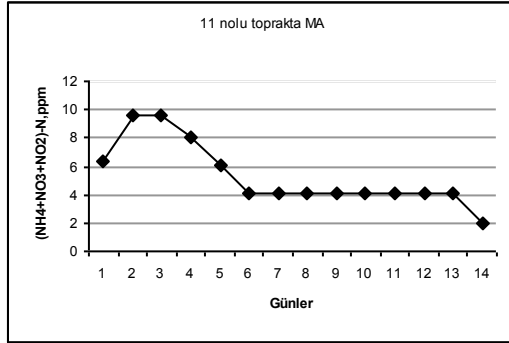


Şekil 9. 9 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.

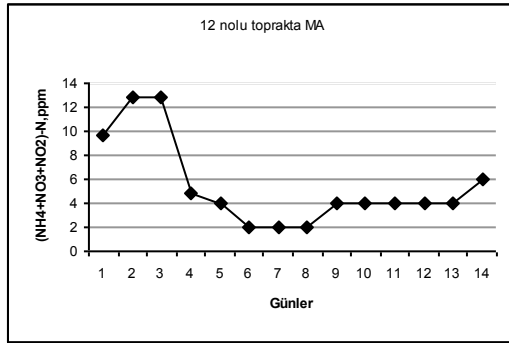




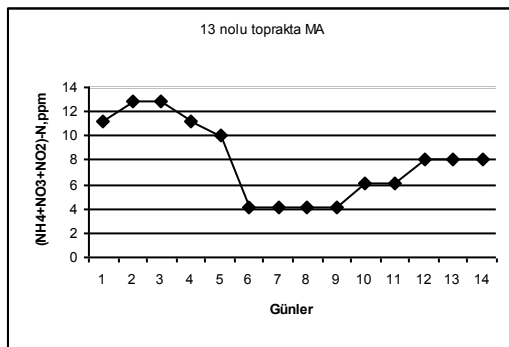
Şekil 10. 10 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



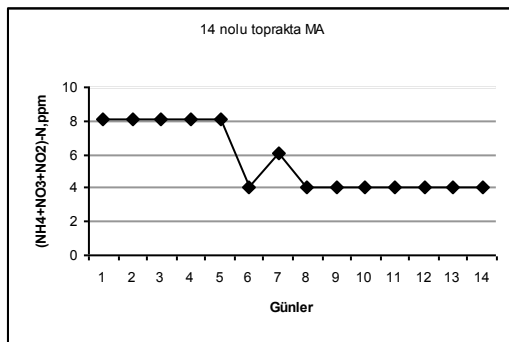
Şekil 11. 11 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



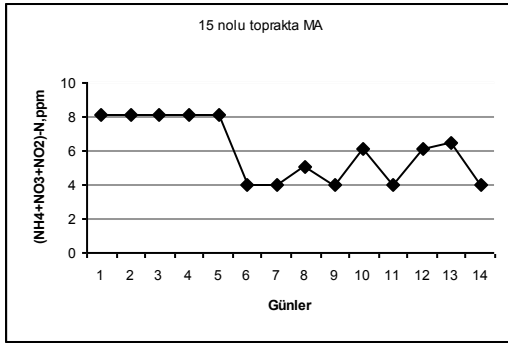
Şekil 12. 12 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



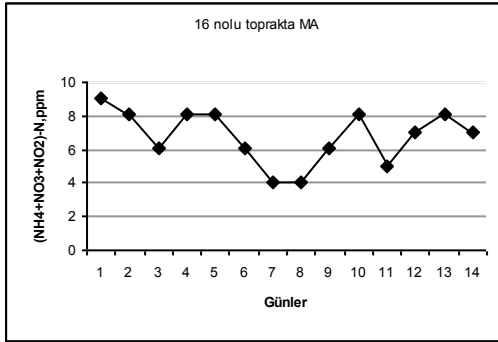
Şekil 13. 13 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



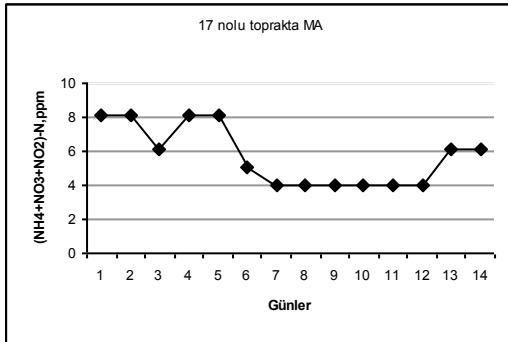
Şekil 14. 14 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



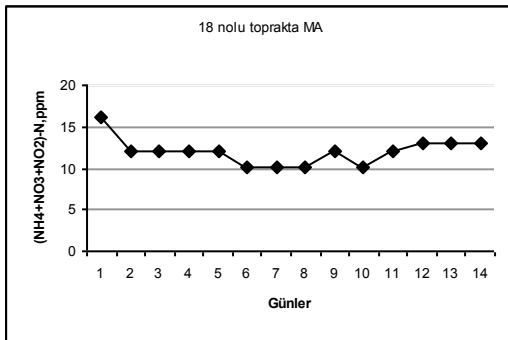
Şekil 15. 15 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



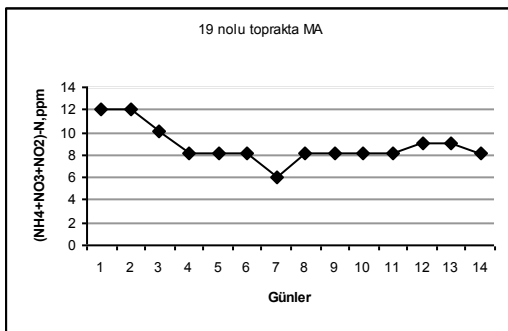
Şekil 16. 16 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



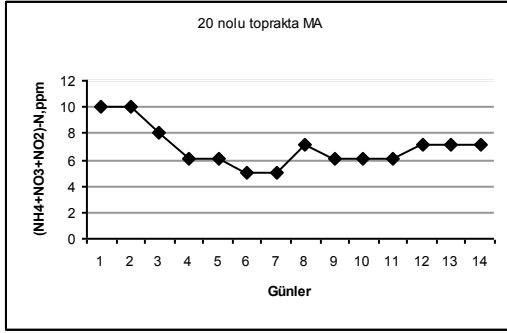
Şekil 17. 17 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



Şekil 18. 18 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



Şekil 19. 19 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.



Şekil 20. 20 Nolu Toprakta 14 Günlük İnkübasyon Süresince Mineralize Olan Azot Miktarları.

Genel bir değerlendirme ile, toprakların mineralizasyon kapasitelerinin en düşük 0,01 ppm ve en yüksek 8,08 ppm arasında olduğu bulunmuştur (Çizelge 3).

Toprakların mineralize olan azot {(NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>)-N, ppm} miktarlarına (MA) bakıldığında, toprağın çeşitlerine bağlı olarak değişkenlikler göstermekle birlikte, genellikle toprakların büyük bir kısmında inkübasyonun 14. gününe doğru greceli olarak ilk günlerde bir artış, daha sonra azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Benzer sonuçlar Kızıloğlu ve ark. (2001) tarafından da saptanmıştır. Kızıloğlu ve ark. (2001) yaptıkları bir araştırmada, araştırmaya konu olan her iki toprakta başlangıç NH<sub>4</sub>-N'ü miktarlarına göre 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 günlük inkübasyon günlerinde NH<sub>4</sub>-N'ü giderek azalış göstermiş, NO<sub>3</sub>-N'ü miktarlarında ise giderek artış olduğu saptanmıştır. Ancak Tekirdağ yöresi toprakları için yapılan bu araştırmada ise, amonyum, nitrat ve nitrit azotu miktarları birlikte analiz edilmiştir. Buna rağmen, her iki araştırmada da sonuçlar benzerlik göstermektedir. Karaca ve Arcak (1999), 45 günlük bir inkübasyon çalışmalarında gübre uygulanmamış kontrol grubu örneklerinde NH<sub>4</sub>-N, inkübasyonun 4.gün en yüksek seviyesi olan 35,37 mgkg<sup>-1</sup>'a ulaşmış ve inkübasyon zamanına bağlı azalma göstererek 45. gün sonunda 5,82 mgkg<sup>-1</sup> seviyesine düştüğünü bulmuşlardır.

Yukarıdaki 20 toprağa ait mineralize olan azot miktarı ile ilgili şekillere (Şekil 1-Şekil 20) bakıldığında, her toprakta farklılıklar olduğu gözlenmektedir. Öte yandan, MA değerleri incelendiğinde her toprak için farklı günlerde artma ve azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, azot mineralizasyonunda görülen artış ve azalışların toprak özelliklerinden kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir (Gür, 1987; Topbaş 1987).

**Toprakların Mineralizasyon Kapasiteleri (MK) İle Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler:** Toprakların MK (ppm) ile bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki istatistiki ilişkiler aşağıdaki Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4'ün incelenmesinden anlaşıldığı gibi, toprakların organik madde miktarları, toplam azot miktarları, kil kapsamı ve pH değerleri ile mineralizasyon kapasiteleri arasındaki ilişkiler (sırasıyla r = -0,033, r = -0,040, r = 0.123 ve r = -0,020) istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Toprakların kireç miktarları ile MK değerleri arasında r = 0,611 düzeyinde pozitif ilişkiler belirlenmiş ve bu değer istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Toprak örneklerinin kireç miktarları arasında büyük farklılıklar (% 0,00-% 24,12) olmasından dolayı, toprakların kireç miktarları ile MK arasında pozitif ve

Çizelge 4. Toprakların Mineralizasyon Kapasiteleriyle (ppm) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler.

Toprak Özellikleri	Toprakların Mineralizasyon Kapasiteleri (MK) (ppm)
Organik Madde (%)	-0,033 öd
Toplam Azot (ppm)	-0,040 öd
pH	-0,020 öd
Kireç (%)	0,611**
Kil (%)	0.123 öd

\* : 0,05 önemli

\*\* : 0,01 önemli

öd: önemli değil

önemli bir korelasyon elde edildiği düşünülmektedir.

Bu konu ile ilgili yapılan araştırmalarda, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, Sağlam (1976)'ın bulduğu sonuçlarla pH açısından benzerlik göstermekte, ancak organik madde ve toplam azot açısından benzerlik göstermemektedir.

Aynı konuda araştırma yapan Lutz (1966), organik madde ile nitrifikasyon arasında istatistiki olarak önemli bir ilişki tespit etmiştir. Cornfield (1952) ile Pritchett ve ark. (1959) ise, söz konusu ilişkinin organik madde ile elde edilemediğini, ancak toplam azot ile nitrifikasyon arasında istatistiki açıdan önemli ilişkilerin bulunduğunu bildirmektedirler.

### Sonuç

Araştırma konusu toprakların % 90'ı organik maddece fakir, % 45'i ise elverişli fosforca zengin olarak bulunmuştur. Toprak örneklerinin mineralizasyon kapasiteleri ile kireç miktarları arasında istatistiki olarak

önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilirken, pH, kil, organik madde ve toplam azot miktarı ile mineralizasyon kapasitesi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Sürdürülebilir tarım ve gübrelemeden en yüksek verimin alınmasında, doğru cins ve miktarda gübrenin, doğru zamanda kullanımının hayati önemi bulunmaktadır.

Sonuç olarak ülkemizin bütün bölgelerinde iklim ve toprak özellikleri farklılıklar gösterdiğinden dolayı bu tip araştırmaların her bölgede yapılması azot kayıplarını ve çevre kirliliğini önleme açısından da yararlı olacaktır. Bilimsel verilere dayanmayan yanlış gübreleme uygulamalarına karşın, tarımsal potansiyel ve girdilerin optimum kullanılabilmesi, kayıpların minimuma indirilmesi, hem çevreyi hem de sağlığı koruyucu politikaların hayata geçirilebilmesi için yanlış ve gereğinden fazla gübre kullanma alışkanlığından vazgeçilmelidir. Bu araştırma sonuçları, gerek tarla ve gerekse sera koşullarında yapılacak bu tür çalışmalara kaynak olabilecektir.

### Kaynaklar

- Bayraklı, F., 1986. Toprak ve bitki analizleri (Çeviri). Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fakültesi, 199s. Samsun.
- Bayraktar, S., 1997. Gübre tüketimindeki engeller, çözüm önerileri. I. Trakya Toprak ve Gübre Sempozyumu, 20-22 Ekim, S: 62-72, Tekirdağ.
- Cornfield, A. H., 1952. The mineralization of the nitrogen of soils during incubation.

Influence of pH, total nitrogen and organic carbon contents. J. Sci. Food and Agric. 3: 343-349.

Dancer, W.S., L.A. Peterson, and G. Chester, 1973. Amonification and nitrification of N as influenced by soil pH and previous N treatments. Soil Sci. Amer. Proc. 37, pp. 67-69.

Duisberg, P.C. and T.F. Buehrer, 1954. Effect of ammonia and its oxidation products on

- rate of nitrification and plant growth. Soil Sci. 78: 37-49.
- Eyüpoğlu, F., 2002. Türkiye gübre gereksinimi, tüketimi ve geleceği. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, KHGM Toprak ve Güb. Araş. Enst. İşl. Müd. Yay. Teknik Yayın No: T-2, Genel Yayın No: 2, 189s, Ankara.
- Güneş, A. ve M. Aktaş, 1992. Kireçli bir toprakta n-servin nitrifikasyon oranı ve azot kaybı üzerine etkisi. Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry 16, S: 501-506.
- Gür, K., 1987. Toprak biyolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 10, Konya.
- Jackson, M.L., 1965. Soil chemical analysis. Prentice Hall. One. Englewood Cliff, N.J., pp.111-117, USA.
- Kacar, B., 1977. Bitki besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 637, Ders Kitabı No: 200, 318s., Ankara.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III-Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 3, 705s. Ankara.
- Karaca, A. ve S. Arcak, 1999. Bazı tarımsal atıkların üreaz enzim aktivitesi, azot mineralizasyonu ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 13 (20), S:94-107, Konya.
- Kızıloğlu, F.T., S. Bilen ve N. Ataoğlu, 2001. Farklı topraklara uygulanan azotlu gübrelemenin nitrifikasyon üzerine etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 32 (2), S: 137-142, Erzurum.
- Lutz, Jr. J.A., 1966. Ammonium and potassium fixation and release in selected soils of South Eastern United States. Soil Sci. 102: 366-372.
- Özyazıcı, M.A., Z. Uzun ve O. Özdemir, 2001. Azotlu gübre seviyelerinin ispanak bitkisinin verim ve nitrat kapsamına etkisi. Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, S: 357-363, Kırklareli.
- Paul, E.A. and F.E. Clark, 1989. Soil microbiology and biochemistry. Academic Pres, C.A., California, USA.
- Pritchett, W.L., C.F. Eno, and M.N. Malik, 1959. The nitrogen status of the mineral soils of Florida. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 127-130.
- Sağlam, M.T., 1976. Erzurum, Hasankale ve Erzincan ovası topraklarında amonyum fiksasyonu, amonyum fiksasyonu ile potasyum arasındaki bazı ilişkiler, mineralize olan nitrojen ve nitrojen kayıpları üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 467, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220, Araştırma Serisi No: 142, 122 s, Erzurum.
- 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, 137 s. Erzurum.
- Sağlam, M.T., H.H. Tok, A. Adiloğlu, S. Albut, K. Bellitürk, N. Öner ve G. Kaya, 2001. Edime ve Kırklareli illerinde 1985-1998 yılları arasında toprakların pH değerleri ile potasyum, fosfor ve organik madde düzeylerindeki değişime ilişkin eğilimin tesbiti üzerinde bir araştırma. Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu, S: 266-278, Kırklareli.
- Sağlam, M.T., 2001. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 189, Yardımcı Ders Kitabı No: 5, 154s. Tekirdağ.
- Soysal, M. İ., 2000. Biometrinin prensipleri (İstatistik I ve II ders notları).T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 95, Ders Notu No: 64, 330s. Tekirdağ.
- Tuncay, H., 1994. Su kalitesi (I. Basım). Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 512, 243s. Bornova-İzmir.
- Topbaş, M.T., 1987. Azotlu gübreler. Selçuk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 36, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 7, Konya.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- U.S. Soil Survey Staff., 1951. Soil survey manual. Agricultural Research Administration. U.S. Dept. Agriculture, Handbook No: 18, U.S. Govt. Print. Office Washington D.C.