

Daphan ve Pasinler Ovası Toprak Örneklerine Suyu Doygun Koşullarda Farklı Azotlu Gübre Uygulamalarının Toprakların Fe, Mn, Zn ve Cu Elverişliliğine Etkisi

Kenan BARİK Canan KANT Adil AYDIN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Erzurum-Türkiye (kbarik@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi : 20.08.2005

ÖZET: Bu çalışma, Erzurum yöresinde kuru (Daphan Ovası) ve sulu (Pasinler Ovası) tarım yapılan alanlardan alınan toprak örneklerine suya doymuş koşullarda uygulanan değişik azotlu gübrelerin ve dozlarının sera koşullarında topraktaki Fe, Mn, Zn ve Cu'nun elverişliliğine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Denemenin başlangıcında, 30., 60. ve 90. günlerinde her saksıdan toprak örneği alınarak bu örneklerin bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları belirlenmiştir. Deneme sonunda elde edilen verilere göre Daphan ovasından alınan toprak örneklerindeki Fe, Mn, Zn ve Cu değişimi, Pasinler ovasından alınan toprak örneklerindeki değişimden daha belirgindir. Deneme süresince bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu miktarlarında başlangıç değerlerine göre bir artış gözlenmiş olup, maksimum değerler denemenin 30. gününde elde edilmiştir. Belirlenen mikro elementler içinde başlangıç değerlerine göre en fazla artış Fe'de en az artış ise Zn'da olmuştur. Denemenin 30. gününden sonraki belirlemelerde mikro elementlerin elverişli miktarlarında azalan yönde bir değişim izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Suyu doymuşluk, azotlu gübre, azot dozu, besin elverişliliği

Effect of Different Nitrogen Fertilizer Application to Daphan and Pasinler Soil Samples Under Saturated Conditions on Fe, Mn, Zn and Cu Availability

ABSTRACT: The objective of this study was to determine effects of different N-fertilizers and doses on availability of Fe, Mn, Zn and Cu under greenhouse conditions. Soil samples collected from dry (Daphan plain) and irrigated (Pasinler plain) agricultural areas in Erzurum were left under saturated conditions, and sub-samples were taken at the beginning, 30th, 60th and 90th days of the experiment to determine amounts of plant available Fe, Mn, Zn and Cu. Results indicated that changes in the amount of plant available Fe, Mn, Zn and Cu in soil samples taken from Daphan Plain were more clear than those of the samples from Pasinler plain. As comparing with the initial values, the amount of plant available nutrients increased during the experiment period, but the highest increasing rate was determined at the 30th days from the beginning. Plant nutrient availability decreased after this. The rate of change in the amount of availability was highest in Fe and lowest in Zn.

Keywords: Saturation, N-fertilizer, N-doses, plant nutrient availability.

GİRİŞ

Toprakta mikro besin maddelerinin (Fe, Mn, Zn ve Cu) elverişliliği çeşitli toprak özelliklerinden etkilenmekte olup, bitkisel üretimde noksanlık ve toksisite sorunları ortaya çıkarmaktadır. Ortaya çıkan bu sorunlarda bitkisel üretimi yönlendirmektedir. Toprak bilimcileri de bu sorunların çözümü yönünde yoğun çalışmalar yapmaktadır.

Su altında bırakılan topraklarda redoks potansiyelinin düştüğü, toprak pH'sının asidik ise yükseldiği, alkalın ise düştüğü dolayısıyla nötrleştiği, mikro elementlerin redüksiyona uğrayarak elverişliliğinin arttığı ileri sürülmektedir (Ponnamperuma, 1972; Gorantiwar ve ark., 1973; Patrick ve Henderson, 1981).

Azot, fosfor ve potasyum içeriği düşük olup su altında bırakılan topraklara azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübreler uygulandığında Fe ve Mn redüksiyonunun, azotun denitrifikasyona uğramasının, toprakta amonyak birikmesinin, bitkiler tarafından alınabilir P ve Si miktarının arttığı belirtilmektedir (Wang ve Hagan, 1981).

Bir çok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda, toprakların su altında bırakılmasıyla besin maddelerinde ortaya çıkan değişimi incelemişlerdir.

Rao ve Venkateswarlu (1974), deneme öncesi elverişli Fe ve Mn miktarları ortalama 8.7 ve 7.9 ppm toprak örneklerinin 4 hafta su altında bırakılması sonucu Fe miktarlarının ortalama 117.8, Mn miktarlarının ortalama 79.5 ppm'e yükseldiğini; Ghos ve ark. (1976), çeltik yetiştirdikleri bir toprağın başlangıç elverişli Fe, Mn ve P miktarları sırasıyla 9.7, 1.8 ve 9.5 ppm iken 30 gün sonra 18.6, 23.1 ve 27.6 ppm'e yükseldiğini, 72 gün sonra ise 15.6, 10.3 ve 7.1 ppm düştüğünü; Aydın ve Sezen (1995b), çeltik yetiştirdikleri iki toprağın başlangıç elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu miktarlarının sırasıyla 6.3, 8.3, 2.1 ve 2.2 ile 2.1, 5.9, 3.4 ve 2.8 ppm olduğunu, 30 gün sonra bu değerlerin 156.8, 100.5, 8.8 ve 12.5 ile 149.9, 125.6, 18.9 ve 15.0 ppm'e yükseldiğini, 90 gün sonra ise 79.2, 25.8, 6.5 ve 6.7 ile 68.2, 34.9, 8.1 ve 8.0 ppm'e düştüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre su altında bırakılan topraklarda bu elementlerin elverişli miktarlarının artması bu elementlerin indirgenmesine, zamanla azalması ise indirgenme koşullarının dengelenmesine ve bitki alımına bağlanmıştır.

Farklı pH'ya sahip toprakların su altında bırakılmasıyla toprakların bazı özelliklerinde ortaya çıkan değişimi inceleyen Aydın ve Turan (2002), yaptıkları çalışma sonucu toprakların su altında bırakılmasıyla bitkiye yarayışlı Fe, Mn, Zn ve Cu içeriğinin başlangıçtan itibaren 40. güne kadar arttığını daha sonra azaldığını, hem artış hem de azalış yönündeki değişimin alkalın topraklarda daha belirgin olduğunu, bunu nötr ve asit toprakların izlediğini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada Erzurum yöresi kuru (Daphan ovası) ve sulu (Pasinler Ovası) tarım alanlarından alınan toprak örneklerine suya doymuş koşullarda uygulanan değişik azotlu gübre ve dozlarının, bitkiye yarayışlı Fe, Mn, Zn ve Cu içeriğine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL METOT

Materyal

Denemede Erzurum Daphan ve Pasinler ovalarından amaca uygun şekilde yüzeyden (0-20 cm) alınan iki adet toprak örneği, Rocca türü çeltik tohumu, amonyum sülfat (AS), üre, amonyum nitrat (AN) ve kalsiyum nitrat (KN) gübrelere kullanılmıştır.

Metot

Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için tekstür (Gee ve Bauder, 1986), elektriksel iletkenlik hazırlanan saturasyon ekstraktında elektriksel iletkenlik aletiyle okunarak (Demiralay, 1993), pH 1:2.5 toprak su oranında (McLean, 1982), organik madde (Nelson ve Sommers, 1982), kireç (Nelson, 1982), katyon değişim kapasitesi (Rhoades, 1982a), değişebilir katyonlar Ca+Mg, K, Na (Rhoades, 1982b), bitkiye elverişli fosfor (Olsen ve Sommers, 1982), bitkiye elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu (Lindsay ve Norwell, 1969) analizleri yapılmıştır.

Deneme, fırm kuru ağırlık esasına göre 2'şer kg toprak kullanılarak sera koşullarında plastik saksılarda 2 toprak, 4 gübre (AS, Üre, AN ve KN), 3 doz (0, 15.0 ve 30.0 kgN/da) ve 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Her saksıya 6'şar adet tohum ekilmiş, çimlenmeden sonra saksılarda 4'er adet bitki bırakılmıştır. Deneme süresince bitki gelişimine paralel saksılardaki su seviyesi artırılarak 5-7 cm kalınlığında tutulmuştur (Yüksel, 1990). Tohum ekiminden sonra 30'ar gün arayla deneme sonuna

kadar (başlangıç, 30., 60. ve 90. günlerde) 4 defa saksılardan enjeksiyon yöntemiyle toprak örneği alınarak elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu (AOAC, 1990) analizleri ile deneme sonunda gerekli istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır (SAS, 1982).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprak örneklerinin deneme öncesine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de yer almaktadır. Toprak özelliklerine göre Daphan ovası toprağının bünyesi killi (Ergene, 1993), pH'sı hafif alkalın, kireç içeriği orta (Anon, 1982), organik madde ve elverişli P içeriği az (Aydın ve Sezen, 1995a), elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu yönünden de yeterli (Viets ve Lindsay, 1973; Elgala ve ark., 1986; Uğurluoğlu ve Kacar, 1996); Pasinler ovası toprağının bünyesi killi tın, pH'sı nötr, kireç içeriği az, organik madde ve elverişli P içeriği orta, elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu yönünden de yeterli olduğu görülmektedir.

Toprak Örneklerinin Su Altında Bırakılmasıyla Bitkiye Elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu İçeriklerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Su altında bırakılan topraklara uygulanan farklı azotlu gübre ve dozlarının zamana bağlı olarak toprak örneklerinin bitkiye elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinde ortaya çıkardığı değişimler Tablo 2 ile Şekil 1a, b, c ve d'de görülmektedir.

Demir

Daphan ve Pasinler ovalarından alınan toprak örneklerinin sera koşullarında su altında bırakılmasıyla, toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı Fe içeriklerinde deneme öncesi değerlerine göre önce hızlı bir artış daha sonra ise azalış olmuştur (Tablo 2). Toprakların yarayışlı Fe içerikleri Tablo 2'den incelendiğinde Daphan ovasından alınan toprak örneğinin yarayışlı Fe içeriği başlangıçta 5.20 ppm iken denemenin 30. gününde ortalama 111.02 ppm'e yükselmiş, 60. gününde 97.10 ppm'e ve deneme sonunda (90. gün) ise 58.38 ppm'e düşmüştür. Bu değişim azotlu gübreler dikkate alındığında zamana bağlı olarak ortalama amonyum sülfat uygulananlarda 5.20, 111.73, 97.13 ve 58.57 ppm, üre uygulananlarda 5.20, 111.57, 98.53 ve 58.77 ppm, amonyum nitrat uygulananlarda 5.20, 110.10, 97.13 ve 60.60 ppm, kalsiyum nitrat uygulananlarda ise 5.20, 110.70, 95.60 ve 59.60 ppm'dir.

Tablo 1. Daphan ve Pasinler Ovası Toprak Örneklerinin Bazı Özellikleri

T	1:2.5	%		Mmhos/cm	mmol kg ⁻¹				ppm				%		
	pH	OM	Kireç	EC	Ca+Mg	K	Na	Elv.P	Fe	Mn	Zn	Cu	Kum	Silt	Kil
D	7.8	1.4	6.7	0.9	14.2	1.3	0.1	7.8	5.2	5.3	1.3	0.8	12.4	38.8	48.8
P	7.1	2.2	1.3	1.2	12.8	1.1	0.5	13.3	8.7	9.2	1.8	1.7	21.9	40.7	37.4

T: Topraklar

D: Daphan ovası toprak örneği,

P: Pasinler ovası toprak örneği

Tablo 2. Deneme Topraklarının Bitkiye Yarıyırlı Fe, Mn, Zn ve Cu İçeriklerinde Zamana Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Değişimler ve İstatistiksel Değerlendirmeler

Toprak	Gübre	Doz Kg/da	Elementler (ppm)				
			Süre (Gün)	Fe	Mn	Zn	Cu
D A P H A N	Amonyum Sülfat	0	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	109.3	92.1	7.9	8.1
			60	97.4	83.6	7.0	6.8
			90	58.6	43.2	4.6	4.3
		15	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	112.2	95.4	7.8	8.0
			60	95.6	85.3	6.9	6.8
			90	56.9	45.6	4.3	4.7
		30	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	113.7	94.7	8.1	8.2
			60	98.4	82.8	6.8	6.7
			90	60.2	42.9	4.4	4.2
	Üre	0	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	108.7	93.1	7.8	7.9
			60	101.3	84.6	6.9	6.7
			90	55.9	41.5	4.5	4.5
		15	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	110.6	95.1	8.0	8.2
			60	98.5	85.5	6.6	7.0
			90	60.6	43.3	4.4	4.4
		30	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	115.4	96.7	8.2	8.2
			60	95.8	84.9	7.0	6.9
			90	59.8	46.0	4.5	4.3
O V A S I	Amonyum Nitrat	0	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	108.8	93.2	7.8	7.9
			60	97.3	80.9	6.6	6.8
			90	60.6	42.8	4.6	4.6
		15	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	111.3	94.7	7.9	7.9
			60	95.8	85.1	6.9	6.5
			90	59.9	40.9	4.7	4.5
		30	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	110.2	94.7	7.9	8.0
			60	98.3	86.5	7.1	7.1
			90	61.3	44.4	4.6	4.2
T O P R A Ğ I	Kalsiyum Nitrat	0	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	110.2	92.6	7.8	7.9
			60	96.9	83.8	6.7	6.9
			90	61.4	41.2	4.7	4.4
		15	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	109.8	91.9	7.7	7.8
			60	96.1	82.7	6.5	6.6
			90	59.7	42.6	4.3	4.3
		30	Başlangıç	5.2	5.3	1.3	0.8
			30	112.1	92.4	7.8	7.8
			60	93.8	83.9	6.6	6.9
			90	57.7	43.7	4.1	4.1

Tablo 2'nin Devamı

Toprak	Gübre	Doz Kg/da	Elementler (ppm)				
			Süre (Gün)	Fe	Mn	Zn	Cu
P A S I N L E R O V A S I T O P R A Ğ I	Amonyum Sülfat	0	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	97.3	77.8	10.2	7.8
			60	88.9	70.2	8.5	7.1
			90	55.4	41.2	5.1	4.9
		15	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	95.6	76.9	10.5	8.2
			60	90.3	63.5	9.0	6.9
			90	56.1	43.1	4.9	5.1
		30	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	100.5	80.2	10.5	8.1
			60	91.2	64.0	8.9	7.0
			90	60.1	43.2	5.3	5.2
	Üre	0	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	98.6	76.7	10.3	7.7
			60	86.7	62.6	8.8	6.8
			90	60.2	42.3	5.2	5.1
		15	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	99.2	79.8	10.1	8.1
			60	87.7	65.3	9.2	7.3
			90	58.6	40.4	5.4	5.0
		30	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	101.3	82.1	10.7	8.4
			60	90.4	63.6	9.1	6.9
			90	59.8	40.6	5.2	5.3
	Amonyum Nitrat	0	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	95.9	77.4	10.1	7.9
			60	86.3	65.3	8.7	7.1
			90	53.5	41.3	5.5	5.0
		15	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	93.8	78.8	10.5	7.8
			60	88.4	63.2	8.6	6.9
			90	55.8	40.9	5.3	5.3
		30	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	98.6	78.3	10.4	8.0
			60	89.1	60.7	8.9	6.9
			90	56.2	41.2	5.1	5.1
	Kalsiyum Nitrat	0	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	96.9	77.5	10.4	7.8
			60	87.5	63.6	8.8	6.8
			90	57.3	40.3	5.2	5.2
		15	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	95.4	78.9	10.4	7.9
			60	83.2	61.6	8.5	6.6
			90	52.1	43.1	5.3	4.8
		30	Başlangıç	8.7	9.2	1.8	1.7
			30	93.8	75.6	9.9	7.8
			60	83.0	63.2	8.5	6.5
			90	50.9	39.8	4.6	4.7

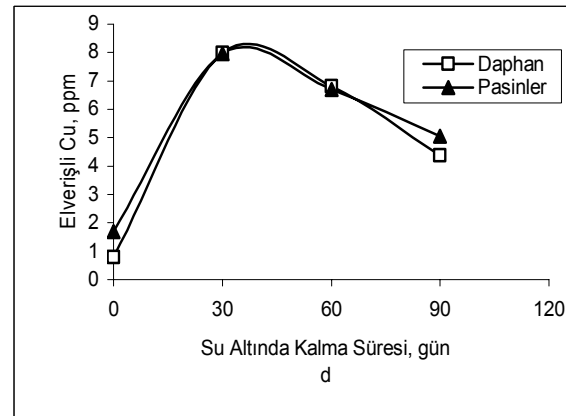
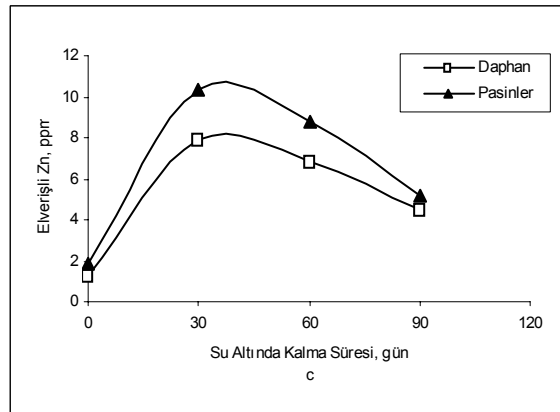
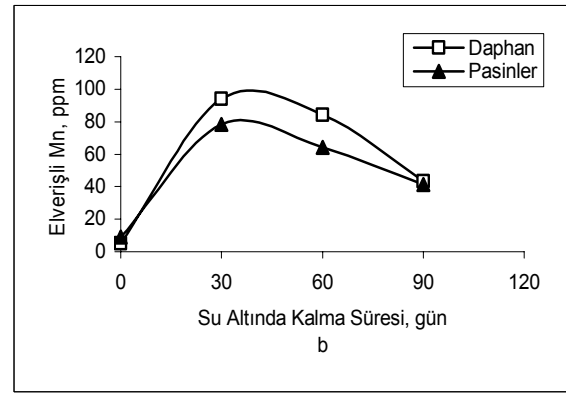
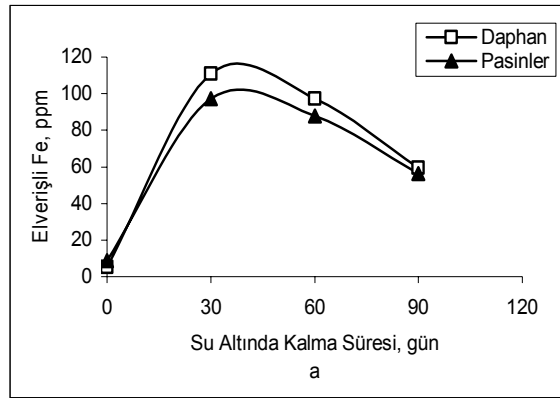
Daphan ovası toprak örneğinin bitkiye yararlı Fe içeriğindeki değişim azot dozlarına göre zamana bağlı olarak ortalama kontrollerde 5.20, 109.25, 98.22 ve 59.13 ppm, 15 kg N/da dozunda 5.20, 110.98, 96.50 ve 59.28 ppm, 30 kg N/da dozunda da 5.20, 112.85, 96.58 ve 59.75 ppm'dir. Benzer değişim seyri Pasinler ovası toprağında da söz konusudur (Tablo 2, Şekil 1 a). Yapılan varyans

analizi ve çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre elverişli Fe miktarı üzerine toprakların, zamanın ve gübrelerin etkisi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 3). Benzer sonuçların elde edildiği araştırmalarda mevcuttur (Rao ve Venkateswarlu, 1974; Gros vd. 1976; Wang ve Hagan, 1981; Aydın ve Sezen, 1995b; Aydın ve Turan, 2002).

Tablo 3. Daphan ve Pasinler Ovası Toprak Örneklerinin Mikro Element içerikleri ile İlgili ANOVA ve Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

	Toprak		Süre (gün)			Doz (kg N / da)			Gübre				
	D*	P	1.	30.	60.	90.	0	15	30	AS*	Üre	AN	KN
Fe	68.2a	62.5b	7.0d	104.1a	92.4b	57.9c	65.2	65.0	65.9	65.8a	66.3a	65.1ab	64.2
Mn	56.6a	48.2b	7.3d	86.1a	74.1b	42.3c	52.2	52.6	52.6	52.8	52.8	52.3	51.8
Zn	5.1b	6.5a	1.6d	9.1a	7.8b	4.8c	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.7
Cu	5.0b	5.4a	1.3d	8.0a	6.8b	4.7c	5.1	5.2	5.2	5.2	5.3	5.1	5.1

*D: Daphan toprağı, P: Pasinler toprağı, AS: Amonyum sülfat, AN: Amonyum nitrat, KN: Kalsiyum nitrat



Şekil 1. Suya doymuş koşullarda Daphan ve Pasinler Ovası toprağının bitkiye elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinde zamanla meydana gelen değişimler

Mangan

Daphan ve Pasinler ovasından alınan toprak örneklerine uygulanan değişik azotlu gübre ve dozlarının suya doymuş koşullarda toprak örneklerinin bitkiye yararlı Mn içeriklerinde ortaya çıkardığı değişimlere Tablo 2'den bakıldığında başlangıç değerlerine göre önce hızlı bir artış daha sonra ise azalış görülmektedir. Daphan ovasından alınan toprak örneğinin bitkiye yararlı Mn içeriği deneme öncesi 5.30 ppm iken denemenin 30. gününde ortalama 93.88 ppm'e yükselmiş, 60. gününde 84.97 ppm'e ve deneme sonunda ise 43.18 ppm'e düşmüştür. Bu değişim azotlu gübreler dikkate alındığında zamana bağlı olarak ortalama amonyum sülfat uygulananlarda 5.30, 94.07, 83.90 ve 43.90 ppm, üre uygulananlarda 5.30, 94.97, 85.00 ve 43.60 ppm, amonyum nitrat uygulananlarda 5.30, 94.20, 83.17 ve 42.70 ppm, kalsiyum nitrat uygulananlarda ise 5.30, 92.43, 83.47 ve 42.50 ppm'dir. Daphan ovası toprak örneğinin bitkiye yararlı Mn içeriğindeki değişim azot dozlarına göre zamana bağlı olarak ortalama kontrollerde 5.30, 92.75, 83.23 ve 42.18 ppm, 15 kg N/da dozunda 5.30, 94.28, 84.64 ve 43.10 ppm, 30 kg N/da dozunda da 5.30, 94.63, 84.53 ve 44.25 ppm'dir.

Yapılan varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre bitki tarafından alınabilir Mn miktarı üzerine toprakların ve zamanın etkisi çok önemli ($p<0.01$) gübre ve dozların etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Pasinler toprak örneğinin Mn içeriğindeki değişimde, Daphan toprağındaki değişime benzerlik göstermektedir (Tablo 2, Şekil 1 b).

Bir çok çalışmada da araştırmacılar benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Rao ve Venkateswarlu, 1974; Gros vd. 1976; Wang ve Hagan, 1981; Aydın ve Sezen, 1995b; Aydın ve Turan, 2002).

Çinko

Daphan ve Pasinler ovasından alınan toprak örneklerine uygulanan değişik azotlu gübre ve dozlarının suya doymuş koşullarda toprak örneklerinin bitkiye yararlı Zn içeriklerinde ortaya çıkardığı değişimlere Tablo 2'den bakıldığında başlangıç değerlerine göre önce bir artış daha sonra ise azalış görülmektedir. Daphan ovasından alınan toprak örneğinin bitkiye yararlı Zn içeriği deneme öncesi 1.30 ppm iken denemenin 30. gününde ortalama 7.89 ppm'e yükselmiş, 60. gününde 6.85 ppm'e ve deneme sonunda ise 4.48 ppm'e düşmüştür. Bitkiye yararlı Zn içeriği üzerine toprakların ve zamanın etkisi çok önemli ($p<0.01$), gübrelerin önemli ($p<0.05$) ve dozların etkisi önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Pasinler ovası toprağının bitkiye yararlı Zn içeriğinde de benzer değişim ortaya çıkmıştır (Şekil 1 c). Bir çok araştırmacı da

benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Gorantiwar ve ark., 1973; Patrick ve Henderson, 1981; Aydın ve Sezen, 1995b; Aydın ve Turan, 2002).

Bakır

Toprak örneklerine uygulanan değişik azotlu gübre ve dozlarının suya doymuş koşullarda toprak örneklerinin bitkiye yararlı Cu içeriklerinde ortaya çıkardığı değişimlere Tablo 2'den bakıldığında başlangıç değerlerine göre önce artış daha sonra ise azalış gösterdiği görülmektedir. Daphan ovasından alınan toprak örneğinin bitkiye yararlı Cu içeriği deneme öncesi 0.80 ppm iken denemenin 30. gününde ortalama 7.99 ppm'e yükselmiş, 60. gününde 6.81 ppm'e ve deneme sonunda ise 4.38 ppm'e düşmüştür. Benzer değişim seyri Pasinler toprağında da söz konusudur (Şekil 1 d).

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bitkiye yararlı Cu içeriği üzerine toprakların ve zamanın etkisinin çok önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Benzer sonuçların elde edildiği araştırmalar da mevcuttur (Wang ve Hagan, 1981; Aydın ve Sezen, 1995b; Aydın ve Turan, 2002).

SONUÇ

Toprakların su altında bırakılmasıyla, bitkiye yararlı Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin arttığı, artışın en fazla Fe içeriğinde (%1526.2), bunu Mn yararlılığındaki artış (%1211.4) ve Cu yararlılığındaki artış (%633.5) izlemekte olup en az artış ise Zn içeriğinde (%490.4) ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Bu durum mikro element noksanlığı görülen toprakların su altında bırakılmasıyla geçici bir sürede olsa iz element noksanlıklarının giderilebileceğini ortaya koymaktadır.

Bitkiye yararlı Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerindeki artışlar, kuru tarım (Daphan) alanından alınan toprakta (Fe, Mn, Zn ve Cu sırasıyla %2034.6, %1671.3, 506.9 ve 898.8), sulu tarım alanından alınan toprağa göre (%1017.7, %751.4, %473.9 ve %368.2) daha yüksektir. Bu sonuç sulu tarım alanlarında indirgenme koşullarının daha önceki sulamalara bağlı olarak azaldığının göstergesidir.

Azotlu gübrelerdeki azot formları ile azot dozunun mikro elementlerin indirgenmesinde etkili olduğunu; azotun amid ve amonyum formunun nitrat formuna göre yüksek azot dozunun da düşük azot dozuna göre indirgenme koşulları üzerine daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucu üre gübresi ve en yüksek azot (30 kg N /da) dozu bitkiye yararlı Fe, Mn, Zn ve Cu içeriğini en fazla arttırmıştır.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde su altında bırakılan toprakların bitki tarafından alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları üzerine toprakların,

zamanın ve gübrelerin etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1982. Dalaman DÜÇ. Topraklarının Etüt ve Haritalanması. DÜÇ. Genel Müdürlüğü, Ankara
- AOAC, 1990. In: Helrich, K (Ed.), Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Aydın, A. ve Sezen Y. 1995a. Toprak Kimyası Laboratuar Kitabı. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:174, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- Aydın, A. ve Sezen Y. 1995b. Değişik Azotlu Gübrelerin Suya Doygun Koşullarda Urfâ Yöresi Toprak Örneklerinin Fe, Mn, Zn ve Cu Elverişliliğine Etkisi. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt II, B146-155, Ankara.
- Aydın, A. ve Turan M. 2002. Toprakların Suya Doygun Koşullarda Bırakılmasının Mikro Besin Elementi Elverişliliğine ve Bitki Gelişimine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 33 (1), 45-52
- Elgala, A.M., İsmail, A.S., Osman, M.U. 1986. Critical levels of Iron, Manganese and Zinc in Egyptian soils. Journal of Plant Nutrition 9 (3-7): 267-280.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları No:586, Ziraat fakültesi Yayın No: 267, Ders Kitapları Seri No: 42, Erzurum
- Gee, G. W., Bauder, J.W., 1986. Particle- Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Secand Edit. Agronomy No: 9. 2. Edition P: 383-441.
- Ghosh, S.N., Kar, A.K., Dhua, S.P., 1976. Effect of sampling variatin on Eh, pH and Available P, Fe and Mn in submerged rice soil. J. Indian Soc. Sci. Vol.: 24 (1), p:86-87.
- Gorantivar, S.M., Jaggi, I.J., Khanna, S.S., 1973. Nutrient uptake by rice under different soil moisture regimes. J. Indian Soc. Sci. Vol:21(2), p: 133-136
- Lindsay, W.L., W.A. Norwell, 1969. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol: 33, p:49-54.
- Mclean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 199-224
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. . Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 191-197.
- Nelson, D. W., Sommers ; L. E., 1982. Organic Matter. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 574-579.
- Olsen, S. R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 403-427.
- Patrick, W.H.Jr., Henderson, R.E., 1981. Reduction and reoxidation cycles of manganese and iron in flooded soil and in water solution. Soil Sci. Soc. Amer. J.our. Vol: 45, p:855-859
- Pomnamperuma, F.N., 1972. The Chemistry of Submerged Soils. In Advances in Agron. Vol:24,
- Rao, M.B. ve Vekateswalu, J., 1974. The physico-chemical changes of the newly flooded soils. J. Indian Soc. Soil Sci. Vol:22 (1) p: 13-18.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity . Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 149-157.
- Rhoades, J.D., 1982b. Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2 . Edition P: 159-164
- SAS 1982. SAS Users guide. SAS Institute, Cary, N.C.
- Uğurluoğlu H. ve Kacar, B. 1996. Değişik çinko kaynaklarının çeltik bitkisi (Oryza sativa L) nin büyümesi üzerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry (Türk Tarım ve ormancılık Dergisi) 20 (6), 473-478.
- Viets, F.G., Lindsay, W.L., 1973. Testing Soil for Zinc, Copper, manganese and Iron in Soil testing and Analysis. Editors L.W. Walsh and J.D. Peaton. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison W.I.
- Wang, J.K., Hagan, R:E. 1981. IrrigatedRice Production Systems. Desing Procedures. Westview Pres/Boulder, Colorado.
- Yüksel, A.N. 1990. Bitkilerin Su İstekleri. Tarım ve Hayvancılık Dergisi (Hasad) 6. Yıl Armağanı, İstanbul.