

ASİT TOPRAKLARDA DÜZENLEYİCİ UYGULAMALARININ MISIR BİTKİSİNİN MİKROELEMENT İÇERİĞİNE ETKİSİ

*Tuğrul YAKUPOĞLU¹ Elif ÖZTÜRK¹ Nutullah ÖZDEMİR¹ Semra ÖZKAPTAN²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 55139, Samsun

²Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Perşembe Tarım İlçe Müdürlüğü, 52750, Ordu

*e-mail: tugruly@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.11.2009

Kabul Tarihi: 23.03.2010

EFFECT OF CONDITIONER APPLICATIONS ON MICRO NUTRIENT CONTENT OF CORN PLANT IN ACIDIC SOILS

ÖZET: Bu çalışma, asit karakterli yüzey toprağına kireç ilavesi ile pH ıslahı yapıldıktan sonra uygulanan biyo-katı (BKT), zeolit (ZEO) ve polyacrylamide (PAM) gibi farklı kökenli düzenleyicilerin bu topraklarda yetiştirilen mısır bitkisinin mikro element (Fe, Cu, Zn ve Mn) kapsamlarına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme toprağı killi tekstüre, başlangıçta düşük pH değerine ve orta düzeyde organik madde içeriğine sahiptir. Bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada toprak örnekleri 8 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra bütün saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Düzenleyici uygulamaları çeşit, uygulama dozu ve toprağın pH değerine bağlı olarak mısır bitkisinin mikro element içeriklerinde artışlara neden olmuştur. Bütün uygulamaların mısır bitkisinin mikro element kapsamları üzerine etkileri ile toprak pH'sı, düzenleyici çeşidi ve uygulama dozu arasındaki üçlü ilişki önemli ($P<0.001$) bulunmuştur. Uygulamaların etkinlikleri Zn ve Mn elementleri için BKT > PAM > ZEO şeklinde sıralanırken Fe ve Cu için sırası ile BKT > ZEO > PAM ve ZEO > BKT > PAM şeklinde olmuştur.

Anahtar Sözcükler: Mikro element, toprak reaksiyonu, toprak düzenleyiciler, mısır

ABSTRACT: This study was conducted to determine effect of soil conditioners with different origin such as bio-solid (BKT), zeolite (ZEO) and polyacrylamide (PAM) on the micro nutrient contents (Fe, Cu, Zn and Mn) of corn plant after a pH improvement by lime application. Some properties of the soil were determined as follows; clay in texture, low in pH and moderate in organic matter content. Split plot design was selected as experimental design in the present study. After incubation period for eight weeks, corn was grown in all pots. Conditioner applications increased the micro nutrient contents of corn plant depend on conditioner type, application dose and soil pH value. Effects of all treatments on the micro nutrient contents of maize and interaction among soil pH, conditioner type and application doses were found to be significant at $P<0.001$ level. Effectiveness of applications for Zn and Mn was determines as BKT > PAM > ZEO order, it changed as BKT > ZEO > PAM and ZEO > BKT > PAM for Fe and Cu, respectively.

Key Words: Micro nutrient, soil reaction, soil conditioners, maize

1. GİRİŞ

Topraktaki besin elementlerinin çözünürlükleri ve bitkiye yarayışlılıkları üzerine birçok faktör etki etmektedir. Toprak reaksiyonu bu faktörlerin en önemlilerinden biridir. Toprak reaksiyonunun mikro elementlerin dağılımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen birçok çalışmada, düşük pH değerlerinde Mn, Fe, Cu, ve Zn'nun değişebilir ve organik bağlı fraksiyonlarının yüksek pH değerlerindeki daha fazla olduğu belirlenmiştir (Sims ve Patrick, 1978; Shuman, 1986). Moraghan ve Mascagni (1991), mikro besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliğinin topraktaki elementin toplam miktarıyla zayıf ilişkili olduğunu, buna karşılık pH, redoks potansiyeli, organik madde içeriği, toprak tekstürü gibi toprak özellikleri, bitkinin türü ve çeşidi, toprakların su içeriği, sıcaklık ve ışık gibi çevresel faktörlerle yakın ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, çevresel etkilerin bitkilerin makro besin elementlerinin alımından çok mikro besin elementlerinin alımını etkilediğini ifade etmişlerdir.

Bitkinin toprakta iyi bir gelişim sağlayabilmesi, yetiştiği toprak ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile ilişkili olmaktadır. Toprağın

bu özelliklerini düzeltmede ve sürekliliğini sağlamada en fazla başvurulan yöntemlerden biri ise toprağına düzenleyici ilavesi yapmaktır (Bender ve ark., 1998). Tarımda biyo-katı kullanımı, süreklilik arz eden ve kabul gören bir uygulama olarak düşünülmektedir (McBride, 1995, Favaretto ve ark., 1997). Biyo-katılar, bileşimlerine bağlı olarak toprak koşullarını ıslah etmekte ve bitkiler için besin elementi kaynağını meydana getirmektedirler (De Deus, 1992). Genellikle, biyo-katıların uygun miktarlarda uygulanması toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini artırmakta, karbon havuzunu genişletmekte ve sera gazlarının emisyonunu azaltabilmektedir (Garcia ve ark., 1998; Lindsay ve Logan 1998; Walter ve ark., 2000; Binder ve ark., 2002; Martinez ve ark., 2003; Ros ve ark., 2003). Yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olan zeolitin toprağına ilave edilmesinin su rejimini düzelttiği ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Gote ve Nimaki, 1980; Mumpton, 1983). Toprakların fiziko-kimyasal özelliklerini iyileştirmek ve ürün kalitesini artırmak amacıyla kullanılan organik polimerlerin en yaygın olanı polyacrylamide'dir. Birçok araştırmacı toprağına uygun dozlarda uygulandığında

polyacrylamide'in toprak ve ürün özelliklerini olumlu yönde değiştirdiğini açıklamışlardır (Wallace ve Wallace 1986; Verplancke ve De Boodt, 1990; Mamedov ve ark., 2006). El-Amir ve ark. (1991) yürüttükleri bir çalışma sonucunda toprağa uygulanan polyacrylamide'in mısır bitkisinin kuru ve yaş ağırlığını artırdığını saptamışlardır.

Bu çalışma, asit karakterli yüzey toprağının kireç (K) ihtiyacı % 50 ve % 100 oranlarında giderilerek pH değeri iki farklı seviyeye yükseltildikten sonra uygulanan biyo-katı (BKT), zeolit (ZEO) ve polyacrylamide (PAM) gibi organik, inorganik ve sentetik kökenli düzenleyicilerin mısır bitkisinin mikro element kapsamlarına etkilerini belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede kullanılan toprak örneği Samsun'un Terme ilçesine bağlı Köybucağı yöresinde işlemeli tarım yapılmakta olan alandan ve yüzeyden (0–20 cm) alınmıştır. Denemede kullanılan tarım kireci ile diğer toprak düzenleyici materyaller; BKT, ZEO ve PAM sırasıyla Barkisan Kireç İşletmesi (Bartın), Bafra Belediyesi Arıtma Ünitesi, Rota firması (İstanbul) ve Earth Chem (USA)'den temin edilmiştir. Tarım kireci % 50 nötralizasyon gücüne sahiptir. Ham BKT % 50 organik madde içermektedir. BKT ve ZEO'nun bazı element içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Saksılara ekilen mısır bitkisi tohumu (*Zea Mays Saccharata*)

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilmiştir.

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen bu çalışmada, öncelikle araştırma konusu asit reaksiyonlu toprak hava kuru halde 4 mm'lik elekten geçirilerek plastik saksılara (ağız çapı= 19 cm; yüksekliği 20 cm) konulmuştur. Bu toprağın kireç ihtiyacı belirlenmiş ve tarım kireci uygulaması ile kireç ihtiyacı % 50 ve % 100 oranında giderilmiştir. Kireç uygulaması sonucunda aynı topraktan kontrol dahil üç farklı pH değerine (pH= 5.4, 6.5 ve 7.2) sahip topraklar elde edilmiştir. Daha sonra bu saksılara kuru ağırlık esasına göre % 0, 2, 4 ve 6 oranlarında BKT, % 0, 0.5, 1.0 ve 2.0 oranlarında ZEO ve 0, 15, 30 ve 60 ppm PAM uygulanmıştır. BKT ve ZEO topraklara karıştırılmadan önce tahta tokmakla dövülerek 0.5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bütün saksılara tarla kapasitesine ulaşınca kadar sulama suyu ilave edilmiş ve 8 haftalık inkübasyon periyodu boyunca saksılardaki yarıyıllı nemin % 50'si tükenince tekrar sulama işlemi yapılmıştır. İnkübasyon sürecinden sonra her saksıya 5 adet mısır bitkisi (*Zea Mays Saccharata*) tohumu ekilmiş ve çıkış döneminden sonra saksılardaki mısır bitkisi sayısı 3'e düşürülmüştür. Sera denemesi mısır bitkisinde tepe püskülü oluşumu görüldüğünde sonlandırılmış ve bitkiler toprak yüzeyi seviyesinden kesilerek etiketlenmek suretiyle laboratuara nakledilmiştir.

Çizelge 1. ZEO ve BKT'nin bazı element içerikleri

| ZEO | | BKT | |
|------------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| *Kimyasal bileşim | Miktarı | **Kimyasal Bileşim | Miktarı |
| SiO ₂ (%) | 71.89 | OC (%) | 22.20 |
| Al ₂ O ₃ (%) | 15.16 | N (%) | 2.40 |
| CaO (%) | 6.51 | Fe ₂ O ₃ (%) | 2.30 |
| Fe ₂ O ₃ (%) | 1.80 | CaO (%) | 11.50 |
| MgO (%) | 1.80 | MgO (%) | 1.34 |
| Na ₂ O (%) | 1.06 | P (%) | 1.30 |
| SrO (%) | 0.59 | K (%) | 0.23 |
| K ₂ O (%) | 0.57 | NaO (%) | 0.22 |
| TiO ₂ (%) | 0.36 | Al ₂ O ₃ (%) | 4.40 |
| BaO (%) | 0.13 | Cd (µg g ⁻¹) | 6.30 |
| P ₂ O ₅ (%) | 0.08 | Cu (µg g ⁻¹) | 214.50 |
| MnO (%) | 0.05 | Cr (µg g ⁻¹) | 135.20 |
| | | Pb (µg g ⁻¹) | 180.40 |
| | | Ni (µg g ⁻¹) | 75.80 |
| | | Zn (µg g ⁻¹) | 435.90 |

*Etiket bilgisidir

**Bütün elementler total olarak belirlenmiştir

Atmosfer koşullarında 48 saat süresince kurutulan bitki örnekleri daha sonra 65 °C sıcaklıkta etüvde 48 saat süre ile kurutulmuştur (Kacar, 1972). Etüvde kurutulan bitki örnekleri elektrikli öğütücüde parçalandıktan sonra mikro element analizinin yapılacağı zamana kadar ağzı kilitlenebilir plastik torbalarda (15 x 11 cm) saklanmıştır.

Toprak tekstürünü belirlemede hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951) ve reaksiyonunun tespitinde ise cam elektrotlu pH-metre aleti (Rowell, 1996) kullanılmıştır. Katyon değişim kapasitesi (KDK), organik madde içeriği, kireç ihtiyacı ve değişebilir Na⁺ yüzdesi ise sırasıyla Bower, Walkley-Black, SMP ve amonyum asetat ile ekstraksiyon metodları kullanılarak belirlenmiştir (Kacar (1994). Deneme öncesi ve sonrasında kullanılan toprağın tarla kapasitesi (0.33 atm) ve solma noktasındaki (15.0 atm) nem içerikleri basınçlı tabla aleti kullanılarak (Klute, 1986) tespit edilmiştir. Agregat stabilitesi değerleri, Yoder aleti kullanılarak ıslak eleme yöntemi ile (Demiralay, 1993) belirlenmiştir. Organik düzenleyici olarak kullanılan BKT'nin besin elementi ve ağır metal içerikleri Kacar (1972)'a göre total olarak belirlenmiştir. Bitki örneklerinde Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Katkat ve Çil, 1996).

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde TARIST (1994) bilgisayar paket programından yararlanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bazı Toprak Özellikleri

Çalışmada kullanılan toprakların deneme öncesi belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan toprağının deneme öncesi bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Parametreler | Değerler |
|--------------------------------------|----------|
| Kil, g kg ⁻¹ | 402 |
| Silt, g kg ⁻¹ | 365 |
| Kum, g kg ⁻¹ | 233 |
| Tekstür sınıfı | C |
| Tarla kapasitesindeki nem içeriği, % | 33.4 |
| Solma noktasındaki nem içeriği, % | 23.8 |
| *pH | 5.2 |
| Organik madde, % | 2.91 |
| KDK, meq 100g ⁻¹ | 24.2 |
| Değişebilir sodyum, % | 6.4 |

*pH değeri 1:2.5 toprak-su (w:v) süspansiyonunda belirlenmiştir

Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, araştırmaya konu olan toprak ince bünyeli olup 402 g kg⁻¹ kil içermektedir. Asit reaksiyonlu olan toprakta serbest kireç bulunmayıp pH değeri 5.2 ve KDK 24.2 meq 100g⁻¹'dir. Tarla kapasitesi ve solma noktası nem içerikleri sırasıyla % 33.4 ve % 23.8'dir.

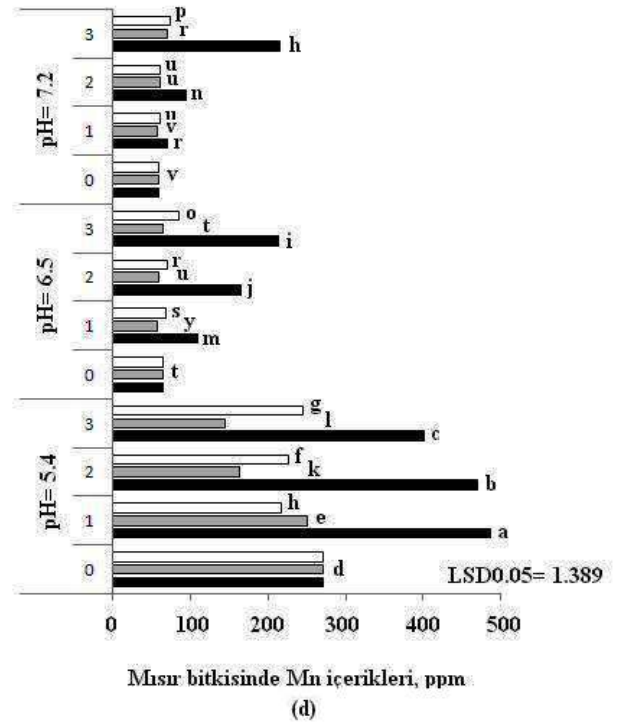
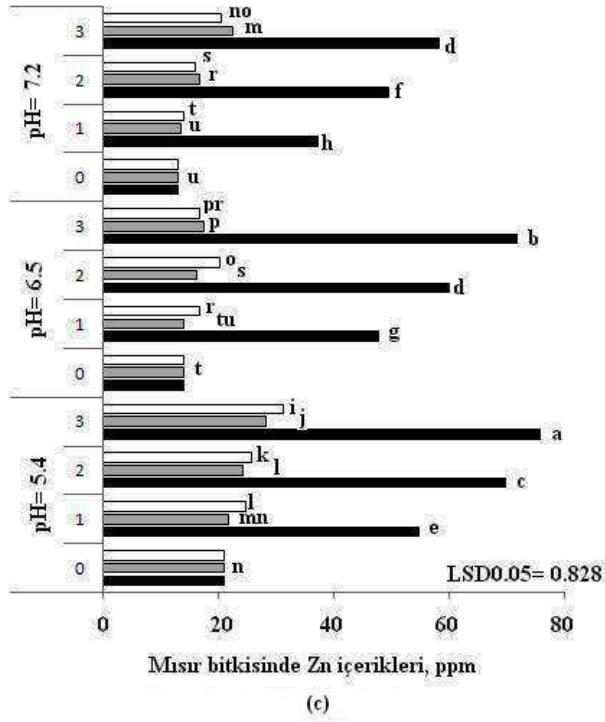
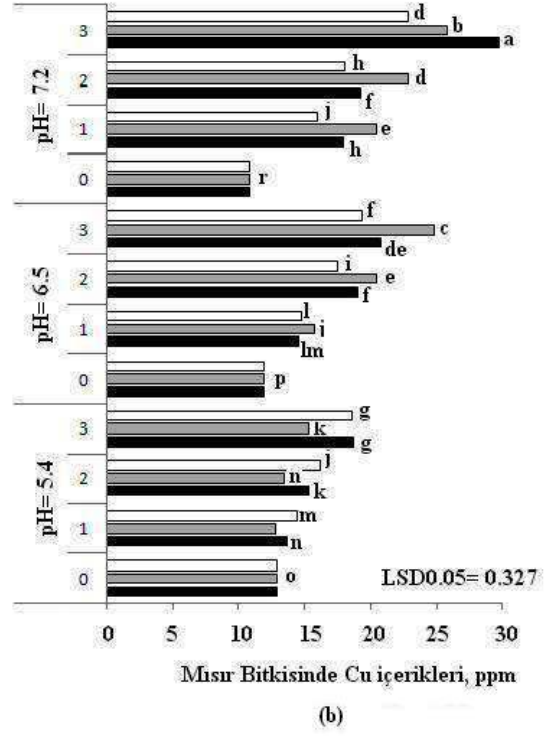
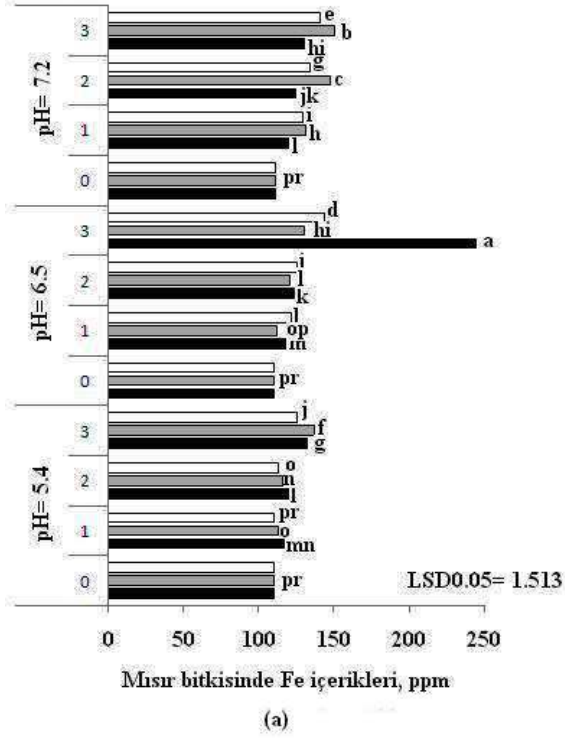
Toprağın değişebilir sodyum yüzdesi 6.4 ve organik madde içeriği ise % 2.91 olarak belirlenmiştir.

3.2. Mısır Bitkisinin Fe, Cu, Zn ve Mn İçerikleri

Araştırma konusu topraklara değişik düzeylerde kireç, BKT, ZEO ve PAM karıştırılıp sera koşullarında 8 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Yetiştirilen mısır bitkisinde hasat sonrasında belirlenen mikro element (Fe, Cu, Zn ve Mn) içeriklerine ilişkin ortalama değerler ile bu değerlere ilişkin LSD0.05 test sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere kireç ve kullanılan düzenleyiciler uygulama düzeyine bağlı olarak mısır bitkisinin mikro element kapsamında önemli değişimler meydana getirmiştir. Elde edilen verilerden, kullanılan düzenleyicilerin mısır bitkisinin mikro element kapsamını artırdığı ve bu artışın önemli (P<0.001) olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan düzenleyici çeşidi ve kireç uygulamalarının toprak reaksiyonu üzerindeki karşılıklı etkilerinin de (interaksiyonun) önemli olduğu (P<0.001) belirlenmiştir.

Kontrol saksılarında (kireç uygulanan fakat düzenleyici uygulaması yapılmayan saksılarda) yetiştirilen mısır bitkilerinin total mikro element içerikleri istatistiksel olarak irdelendiğinde total Cu, Zn ve Mn değerlerinin pH artışına paralel olarak azaldığı görülmüştür (Şekil 1-b,c,d). Kireç ilavesinin en belirgin etkisi Mn elementinde ortaya çıkmıştır (K0 için 270.7d ppm; K1 için 65.1t ppm ve K2 için 58.7v ppm). Toprak reaksiyonunun bitki besin elementlerinin çözünürlükleri ve bitkiye yararlılıkları üzerine çok önemli etkisi bulunmaktadır. Bitki çeşidine göre değişmekle birlikte yetiştirme ortamındaki pH değerlerinin genellikle 5.8–6.2 arasında olması tavsiye edilmekte olup (Argo, 2003) her bir bitki besin elementinin optimum yararlılıkta olduğu bir pH aralığı bulunmaktadır (Şekil 2, Mullins ve Hansen, 2009). Lalljee ve Facknath (2001), patates bitkisini (Solanum tuberosum) konu aldıkları bir çalışma sonucunda, toprağa kireç uygulamasıyla birlikte bitkide Fe, Cu, Zn ve P kapsamlarının azaldığını belirlemişlerdir.

Şekil 1'in incelenmesinden, BKT, ZEO ve PAM ilavesi yapılan saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinin ortalama Fe, Cu ve Zn içeriklerinin düzenleyici uygulama dozu ile doğru orantılı olarak arttığı anlaşılmaktadır. Her üç pH seviyesinde de BKT uygulamasının farklı dozları Fe, Cu ve Zn değerlerini kontrole göre en fazla artırmıştır. Örneğin pH değeri 6.5 olan saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinin Fe içeriği ortalama olarak BKT'nin üçüncü doz uygulaması ile kontrole göre % 123.2 artırılmış, yine BKT'nin üçüncü doz uygulaması pH değerleri 7.2 ve 6.5 olan saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinin ortalama Cu ve Zn değerlerini de kontrole göre sırasıyla % 173.5 ve % 412.8 oranlarında artırmıştır.



Uygulanan düzenleyiciler: □ PAM □ ZEO ■ BKT

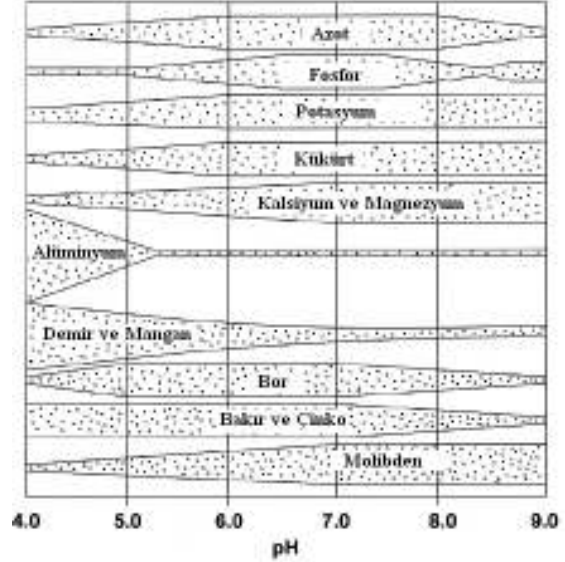
Şekil 1. Deneme sonunda mısır bitkisinde belirlenen mikro element içerikleri ve istatistiksel analiz sonuçları

Mısır bitkisinin Fe içeriğini artırmada en etkili uygulama orta seviyede pH koşullarında BKT'nin son doz uygulaması olurken bunu yüksek pH değerlerindeki yüksek doz ZEO uygulamaları takip etmiştir. ZEO'nun birinci doz uygulamasının pH değerinin 5.4 ve 6.5 olduğu koşullarda mısır bitkisinin Fe içeriğini artırmada en düşük etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bitkinin Fe kapsamına etkileri bakımından genel ortalamalar dikkate alındığında uygulamalar BKT > ZEO > PAM şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 1-a). Bu etki uygulanan düzenleyicilerin mikro element içeriklerine (Çizelge 1) atfedilebilir.

Mısır bitkisinin Cu kapsamını artırmada en etkin uygulamalar yüksek pH koşullarında yapılan son doz ilaveleri olmuş, düşük pH koşullarında birinci seviye doz uygulamalarının etkinliği ise düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 1-b). Cu kapsamına etkileri bakımından düzenleyici uygulamaları ZEO > BKT > PAM şeklinde sıralanmaktadır. Ortalama değerler dikkate alındığında, mısır bitkisi için en yüksek Cu değerleri 3. doz uygulamalarıyla elde edilmiştir. Uygulanan düzenleyicilerin mısırdaki Zn içeriğine etkileri incelendiğinde BKT'nin diğer katkı materyallerine göre açık bir üstünlüğü bulunmaktadır ve bütün uygulamalar içerisinde ilk dokuz sırayı BKT'nin muhtelif uygulamaları almıştır (Şekil 1-c). Bu sonuç BKT'nin yüksek Zn içeriğine ($435.90 \mu\text{g g}^{-1}$) sahip olması ile açıklanabilir (Çizelge 1). Ortalama değerler bakımından BKT'yi PAM ve ZEO izlemiştir. Düzenleyici uygulaması yapılan saksılardaki mısır bitkilerinin Mn kapsamındaki ilişkiler ise oldukça karmaşık görünmektedir (Şekil 1-d). Kontrol ile karşılaştırıldığında BKT'nin bütün doz uygulamaları düşük pH değerinde yetiştirilen mısır bitkilerinin Mn içeriklerini artırmış fakat bu artışlar uygulama dozları ile ters orantılı olarak meydana gelmiştir. Orta ve yüksek pH değerine sahip saksılardan alınan bitki örneklerinde ise Mn değerindeki artış BKT'nin uygulama dozuna paralel olarak gelişmiştir. ZEO ve PAM düşük pH değerinde bitkilerin Mn içeriklerini artırmada BKT kadar etkili olamamış fakat orta ve yüksek pH değerlerinde uygulama dozlarına paralel olarak etkili olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında oransal olarak en fazla Mn artışı (% 268.5) ise pH değeri 7.2 olan toprakların konulduğu saksılarda yetiştirilen mısır bitkilerinde BKT'nin en yüksek doz uygulaması ile elde edilmiştir. Özellikle yüksek pH değerlerinde mısır bitkilerinin Mn içeriklerinde azalma görülmesi, toprak reaksiyonunun yükselmesi ile Mn çözünürlüğünün azalmasına (Şekil 2) ya da düzenleyiciler ile toprağa eklenen herhangi bir element ile Mn arasındaki olası bir antagonistik etkiden kaynaklanmış olabilir.

Belirlenen mikro element değerleri mısır bitkisi için verilen kritik değerler (Jones ve ark., 1998) ile karşılaştırıldığında, yapılan uygulamaların Fe, Cu ve Zn içeriklerini toksisite eşiğinin altında kalacak şekilde artırdığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan PAM, ZEO ve BKT'nin düşük pH değerlerindeki bütün doz

uygulamaları ile orta ve yüksek pH değerlerinde BKT'nin son doz uygulamaları mısır bitkisindeki Mn içeriğini diğerlerine oranla daha fazla artırarak sınır değerinin üzerine çıkarmıştır. Bu olumsuz etki muhtemelen Mn'nin düşük reaksiyon seviyelerindeki yüksek çözünürlük özelliği ile ilişkili olabilir (Şekil 2).



Şekil 2: Toprak reaksiyonu ve bitki besin elementlerinin yarayışlılıkları arasındaki ilişkiler (Mullins ve Hansen, 2009)

Toprağa düzenleyici uygulaması ile ilgili olarak yapılan birçok çalışmadan elde edilen sonuçlar buradaki bulguları destekler niteliktedir. Polimerlerin toptan besin elementi alımını teşvik ettiği bazı araştırmacılar (El-Hayd ve ark., 1981; Azzam, 1983) tarafından bildirilmiştir. Benzer şekilde toprağa uygulanan değişik kökenli atıkların da bitkilerin besin elementi miktarını artırdığı birçok çalışma (Sikka ve Kansal, 1995; Özdemir ve ark., 2004; Tuna ve Girgin 2005) sonucunda ortaya konulmuştur.

4. SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen bulgular göstermektedir ki, BKT, ZEO ve PAM'ın uygun dozları değişik pH seviyelerindeki topraklarda düzenleyici olarak uygulandıklarında yetiştirilen mısır bitkisinin mikro element kapsamını artırmaktadır. Bu etki uygulanan düzenleyicilerin toprakta fiziksel koşulları iyileştirmeleri ile organik madde miktarını artırmalarına atfedilebilir. Uygulanan organik düzenleyiciler bitkiler için birer besin deposu olmasının yanında toprakların strüktürel durumlarını da iyileştirebilen materyallerdir. Bu iyileştirmenin bitki köklerinin gelişimi ve işlevlerini yerine getirebilmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Düşük pH koşullarında atık uygulamaları yapılırken yetiştirilecek bitkinin özellikleri dikkate alınmalı ve ağır metallerin bitki bünyesinde aşırı birikim yapmasına yol açabilecek uygulama dozlarından kaçınılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

- Agro, B. 2003. Understanding pH management and plant nutrition Part I: Introduction. Available from URL: <http://www.mans.edu.eg/projects/heapf/ilppp/courses/12/pdf%20course/37/Part%201%20-%20Understanding%20plant%20nutrition.pdf> [Ulaşım: 23 Şubat 2009].
- Azzam, R.A. 1983. Polymeric conditioner gels for desert soils. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 14: 739-760.
- Bender, D., Erdal, İ., Dengiz, O., Gürbüz M., Tarakçıoğlu, C. 1998. Farklı organik materyallerin killi bir toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *International Symposium on Arid Region Soil*, 506-510, September, 21-24. Ed.; M. Şefik Yeşiloy, Menemen, İzmir.
- Binder, D.L., Dobermann, A., Sander, D.H., Cabsman, K.G. 2002. Biosolids as N source for irrigated maize and rainfed sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 531-543.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A calibration of the hydrometer method for making mechanical analyses of soils. *Agron. J.* 43: 434-438.
- De Deus, A.B.S. 1992. Avaliação sanitária e ambiental de lodos de ETEs. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, UFRS, Porto Alegre (RS), Brasil.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No : 143, Erzurum.
- El-Amir, S., Helalia, A.M., Wahdan, A., Shawky, M.E. 1991. Effect of two polymers on corn (*Zea mays*. L) growth and water economy in sandy soils. *Soil Tech.*, 4: 177-181.
- El-Hayd, O.A., Tayel M.Y., Lotfy, A.A. 1981. Super Gel as a soil conditioner. II: Its effects on plant growth, enzyme activity, water use efficiency and nutrient uptake. *Acta Horticulturae*, 119: 257-265.
- Favaretto, N., Deschamps, C., Daros, E., Pissai, A. 1997. Efeito do lodo de esgoto na fertilidade do solo e no crescimento e produtividade de milho (*Zea mays* L). *Braz. Arch. Biol. Tecnol.* 40(4): 837-848.
- Garcia, C., Hernandez, T., Alvadalejo, J., Castillo, V., Roldan, A. 1998. Revegetation in semiarid zones: Influence of terracing and organic refuse on microbial activity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 670-676.
- Gote, H., Nimaki, M. 1980. Agricultural utilization of natural zeolite as soil conditioners. II. *Tokyo Nogyo Daigaku Nogaku Shuho.* 24: 305-315.
- Jones, J.R., Wolf, B., Mills, H.A. 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro Macro Publishing, Inc.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II, Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, No: 453, Ankara.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III, Torak Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğitim Araş.ve Geliş. Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Katkat, A.V., Çil, N. 1996. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Uygulama Kılavuzu No: 8, Bursa.
- Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. In a Klute (Ed.) *Method of Soil Analysis Part I*, Second edition, Argon. Monog. No 9 ASA Madison WI, 635-662.
- Lalljee, B, Facknath, S. 2001. Effect of lime on nutrient content of soils, yield and nutrient content of potato and infestation by leafminers. *Food and Agricultural Research Council, Reduit, Mauritius, AMAS*, 139-147.
- Lindsay, B., Logan, T. 1998. Field response of soil physical properties to sewage sludge. *J. Environ. Qual.* 27: 534-542.
- Mamedov, A.I., Beckmann, S., Huang, C., Levy, G.J. 2006. Aggregate stability as affected by polyacrylamide molecular weight, soil texture, and water quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:1909-1918.
- Martinez, F.G. Cuevas, Calvo, R., Walter, I. 2003. Application of urban organic waste to a degraded semiarid ecosystem: effects on soil and native plant community development. *J. Environ. Qual.* 32: 772-479.
- McBride, M.B. 1995. Toxic metal accumulation from agricultural use of sludge: Are USEPA regulations protective? *J. Environ. Qual.*, 24, 5-18.
- Moraghan, J.T., Mascagni, H.J. 1991. Environmental and Soil Factors Affecting Micronutrient Deficiencies and Toxicities. In *Micronutrients in Agriculture*, 2nd Ed.; Luxmoore, R.J., Ed.; Soil Science Society of America: Madison, WI, 371-425.
- Mullins, G.,Hansen, D.J. 2009. Chapter 4. Basic Soil Fertility. Available from URL: <http://www.mawaterquality.org/Publications/manmh/cha pter4.pdf> [Ulaşım: 29 Şubat 2009].
- Mumpton, F.A. 1983. The Role of Natural Zeolites in Agriculture Zeo-Agriculture use of Natural Zeolites in Agriculture (ed. Wilson. 6 Paundand F.A. Mumpton): 3-27.
- Özdemir, N., Horuz, A., Özkaptan, S. 2004. Düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve mısırdaki N kapsamına etkileri. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 19(3) : 24-30.
- Ros, M., Hernandez, M.T., Garcia, C. 2003. Bioremediation of degraded soils with sewage sludge: effects on soil properties and erosion losses. *Environ. Manage.* 31: 741-747.
- Rowell, D.L. 1996. *Soil Science Methods & Applications*. Wesley Longman Limited, Harlow.
- Shuman, L.M. 1986. Effect of liming on the distribution of manganase, copper, iron and zinc among soil fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1236-1240.
- Sikka, R., Kansal, B.D. 1995. Effect of fly-ash application on yield and nutrient composition of rice, wheat and on pH and available nutrient status of soils. *Bioresource Technoly*, 51(2-3): 199-203.
- Sims, J.L., Patrick Jr, W.H. 1978. The distribution of micronutrient cations in soil under conditions of varying redox potential and pH. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 258-262.
- TARIST, 1994. *Statistical Program of the Aegean University of Agricultural Research*, Eagen Forest Institute press.
- Tuna, A.L., Girgin, A.R. 2005. Mısırdaki (*Zea mays* L.) gelişme, mineral beslenme ve ağır metal içeriği üzerine termik santral uçucu küllerinin etkisi. *Ekoloji*, 14(57): 7-15.
- Verplancke, H., De Boodt, M. 1990. Effect of synthetic polymers on water use efficiency for crop production on sandy soils in Suidi Arabia. *Soil Tech.* 3: 45-55.
- Wallace, A., Wallace, G.A., 1986. Effects of soil conditioners on emergence and growth of tomato, cotton and lettuce seedlings. *Soil Sci.* 141: 313-316.
- Walter, I., Cuevas, G., Garcia, S., Martinez, F. 2000. Biosolid effects on soil and native plant production in a degraded semiarid ecosystem in central Spain. *Waste Manage. Res.* 18: 259-263.