

BITKİYE YARAYIŞLI TOPRAK ÇİNKO DURUMUNUN BELİRLENMESİNDE DEĞİŞİK KİMYASAL YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Orhan Aydemir+

ÖZET

Bu araştırmada değişik araştırmacılar tarafından geliştirilen ve yapay kilyet yapıcı madde temeline dayanan 5 kimyasal sömürücünün bitkiye yarayışlı toprak çinkosunu belirlemede uygunlukları açısından karşılaştırılmaları amaçlanmıştır. NR, JY, LN, TL ve ET olarak simgelenen Zn sömürme yöntemlerinde sömürücü çözeltiler sırasıyla 1 N $NH_4C_2H_3O_2$ içinde hazırlanmış 0.001 M $Na_2-EDDHA$; 0.1 M $NaNO_3$ içinde hazırlanmış 0.001 M $EDDHA$; pH'si 7.3'e ayarlanmış 0.005 M $DTPA+0.1 M TEA+0.01 M CaCl_2$; 0.01 M $EDTA+1 M (NH_4)_2CO_3$ ve 0.05 M $Na_2-EDTA+0.05 M TEA$ olarak alınmıştır. Yukarıda değinilene maca ulaşabilmek için, kireç yönünden varsıl alkalın pH'ya sahip 23 toprak örneğinden seçilen sömürücülerle ekstrakte edilen Zn konsantrasyonları ve aynı toprak örneklerinde serada yetiştirilen mısır bitkisinde (*Zea mays* var. Michigan 202) çinkolu gübrenin etkisiyle kuru madde üretimi ve Zn konsantrasyonunda tanığa oranla sağlanan oransal artışlar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca topraktan değişik sömürücülerle ekstrakte edilen Zn konsantrasyonları ile Zn uygulanmamış bitkilerin Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır.

Elde edilen bulgular, araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarını belirlemede kullanılan 5 kimyasal Zn sömürme yönteminin de birbirleriyle çok yakın ilişkiler verdiğini ve tümünün de güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla araştırma konusu toprakların bitkiye elverişli Zn durumunun saptanmasında hangi kimyasal sömürme yönteminin seçileceğini, kullanılan kimyasal maddenin ucuzluğu, elde edilebilme kolaylığı, yöntemin kolay uygulanabilirliği ve öteki bitki besin elementleri yarayışlılığının belirlenmesinde kullanılıp kullanılmayacağı gibi etkenler belirleyecektir.

1. GİRİŞ VE KAYNAK ÖZETİ

Çinko noksanlığı en yaygın mikrobesein elementi noksanlıklarından biridir ve bitki üretiminde giderek büyük boyutlara varan önem kazanmaktadır. Yurdu-

+ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü öğretim üyesi.

muzun Akdeniz bölgesinde turuncgillerin yoğun olarak yetiştirildiği yörelerinde de Danışman (1980) tarafından ciddi Zn noksanlığı sorunlarının varlığı saptanmıştır. Çoğu tarım topraklarının toplam Zn kapsamı, Mengel ve Kirkby'e (1978) göre, kültür bitkileri gereksinmesinin çok üstünde olmasına karşın, çinko noksanlığının yaygın oluşu, toprak çinkosunun bitkilere yarayışlılığını sınırlayıcı etkenlerden kaynaklanmaktadır. Toprak çinkosunun bitkilere yarayışlılığını sınırlayan etkenleri Lucas ve Knezek (1972), doğal olarak düşük toprak çinkosu, toprakta yüksek kireç ve pH, düşük toprak organik maddesi, yüksek nem ve düşük sıcaklıklar, bitkiye yarayışlı yüksek toprak fosforu ve kök büyümesinin sınırlandırılması başlıkları altında özetlemektedirler.

Bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunu belirlemek amacıyla çok sayıda kimyasal sömürücü ve kimyasal toprak analiz yöntemi geliştirilmiştir. Söz konusu sömürücüler Cox ve Kamprath (1972) tarafından genel olarak dört gruba ayrılarak incelenmiştir. Bunlar: 1. Kompleks yapıcı madde çözeltileri, 2. Seyreltik asit çözeltileri, 3. Yapay kilyet yapıcı madde çözeltileri ve 4. Yansız tuz çözeltileri. Kompleks yapıcı madde temeline dayanan Zn sömürücülerinin en önemlisi Shaw ve Dean (1952) tarafından geliştirilen CCl_4 içinde çözülmüş dithizon ve amonyum asetatı kapsayan iki fazlı bir çözücüdür. Seyreltik mineral asit temeline dayanan Zn sömürücüleri arasında Wear ve Sommer (1948) tarafından önerilen 0.1 N HCl , Wear ve Evans (1968) tarafından geliştirilen $0.05 \text{ N HCl} + 0.025 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ karışımı sayılabilir. Bitkiye yarayışlı toprak çinkosunun sömürülmesinde kullanılan yansız tuz çözeltileri arasında, Ravikovitch ve çalışma arkadaşları (1968) kullanılan NH_4NO_3 ve KCl çözeltileri, Marntens ve Chesters (1967) ve Martens (1968) tarafından önerilen 0.2 M MgSO_4 ve 2 N MgCl_2 çözeltileri sayılabilir.

Yapay kilyet yapıcı madde temeline dayanan çözeltiler, Haq ve Miller'e (1972) göre, Zn sömürücüsü olarak ve bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunun belirlenmesinde, yukarıda adı geçen üç grup sömürücüye kıyasla genellikle daha güvenilir ve gerçekçi değerler vermektedir. Shukla (1965) tarafından etkili bir Zn sömürücüsü olduğu bildirilen EDTA (etilendiamin tetra asetik asit) toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarını belirlemek amacıyla Stanton ve Burger (1966) ve McKenzie (1966) tarafından kullanılmıştır. Hoover (1966), serada yetiştirilen kum darı bitkisi yapraklarının Zn kapsamı ve topraklardan % 1'lik EDTA çözeltisiyle sömürülen Zn arasında istatistiksel olarak yüksek düzeyde ilişkilerin varlığını saptamıştır. Trierweiler ve Lindsay (1969), pH ve kireç kapsamı geniş sınırlar içinde değişen topraklarda serada yetiştirdikleri mısır bitkisinin Zn alımı ve $0.01 \text{ M EDTA} + 1 \text{ M } (NH_4)_2CO_3$ çözeltisi ile toprakardan sömürülen Zn arasında önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Öte yandan Ravikovitch ve çalışma arkadaşları (1968) ve Navrot ve Ravikovitch (1968), mısır bitkisinin Zn alımı ve $1 \text{ N } NH_4 C_2H_3O_2$ içinde çözülmüş $0.01 \text{ M Na}_2\text{-EDDHA}$ ile sömürülebilir toprak Zn mik-

tarları arasında istatistiksel olarak oldukça yüksek ilişkiler ($r=0.68$) bulmuşlardır. Lindsay ve Norvell (1978) bitkiye yarayışlı toprak Fe, Cu, Zn ve Mn durumlarının belirlenmesinde, pH'sı 7.3'e ayarlanmış 0.005 M DPTA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA karışımını önermektedirler.

Burada rapor edilen araştırmanın amacı, toprakta bitkiye yarayışlı Zn durumunun belirlenmesi amacıyla geliştirilen ve yapay kileyt yapıcı maddeler temeline dayanan değişik kimyasal sömürücüleri, bitkiye elverişli toprak çinkosunu belirlemede etkililikleri veya uygunlukları açısından karşılaştırmaktır. Ayrıca bu çalışmada bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunun belirlenmesinde EDTA temeline dayanan ve kireçli toprakların bitkiye yarayışlı Cu durumunu belirlemede uygunluğu Aydemir (1980) tarafından saptanan yeni bir Zn sömürücüsünün de (0.05 M EDTA + 0.5 M TEA) kullanılması ve öteki yöntemlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşılmasında, kireç kapsamı ve pH'sının yüksekliği nedeniyle, Zn noksanlığı olasılığı yüksek topraklar seçilmiş ve bu topraklardan değişik kimyasal sömürücülerle ekstrakte edilen Zn konsantrasyonları ile aynı topraklarda serada yetiştirilen çinkoya duyarlı deneme bitkisinde, çinko gübresinin etkisiyle tanığa oranla sağlanan kuru madde ve bitkinin Zn konsantrasyonundaki değişim ilişkileri araştırılmıştır. Öte yandan yine aynı amaca hizmet edeceği düşüncesiyle, çinko gübresi uygulanmamış saksılarda yetiştirilen deneme bitkisinin Zn konsantrasyonu ve topraklardan değişik sömürücülerle sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada toprakların bazı mikrobesein elementleri durumlarıyla ilgili bir çalışmada kullanılmak üzere Malatya ili tarım topraklarından alınan 23 yüzey toprak örneği kullanılmıştır. Laboratuvar analizleri için hazırlanan toprak örneklerinde pH, 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak süspansiyonunda cam elektrodlu Beckman Zeromatic SS-3 p^H metresiyle potansiyometrik olarak Jackson (1958); kalsiyum karbonat, kalsimetre ile volumetrik olarak Allison ve Moodie (1965); organik madde Walkley-Black yöntemine göre Allison (1965); ve kation değişim kapasitesi (KDK), kireçli topraklar için Plemio ve Rhoades (1977) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Toprakta toplam Zn ise, Viets ve Boawn (1965) tarafından önerilen ıslak yakma yöntemine göre çözeltiye alındıktan sonra, Perkin Elmer Model 360 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde uygun Zn standartlarıyla karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarının saptanabilmesi amacıyla, Zn noksanlığına duyarlı bir bitki olan mısır bitkisinin (*Zea mays*, var. Michigan 202) gösterge bitki olarak kullanıldığı 3 tekerrürlü bir sera denemesi gerçekleştirilmiştir. Sera denemesi, içine 4 mm'lik elekten geçirilmiş 2 kg fırında ku-

ruya eşdeğer toprak konulan plastik saksılarda yürütülmüştür. Saksılara konulmadan önce topraklara 100 ppm N NH_4NO_3 biçiminde, 100 ppm P KH_2PO_4 biçiminde ve çözelti içinde verilmiştir. Ayrıca saksılara Zn, Zn-EDTA biçiminde (a) $\text{Zn}_0 =$ tanık ve (b) $\text{Zn}_1 = 10$ ppm Zn olmak üzere iki düzeyde uygulanmıştır.

Gübreleme işleminden sonra her saksıya 5 mısır tohumu ekilmiş ve toprakların nem düzeyi saf su ile tarla kapasitesine çıkarılmıştır. Cimlenmeden sonra her saksıda eş gelişme gösteren üç bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Deneme 8 hafta devam etmiş ve bu süre içinde saksılar hergün tartılarak, toprakların nem düzeyi damıtık su ile tarla kapasitesinde tutulmaya çalışılmıştır. Denemenin bitiminde bitkiler toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiş ve kağıt torbalarda 65°C 'de sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitkiler tartılıp ağırlıkları saptandıktan sonra porselen havanda dövülerek Zn analizi için polietilen torbalarda saklanmıştır.

2.2. Kimyasal Çözücülerle Toprakta Zn Sömürme Yöntemleri

Navrot Ravikovitch Yöntemi (Yöntem NR): Ekstraksiyon çözeltisi Navrot ve Racikotvitch (1968) tarafından kireçli topraklarda bitkiye yarayışlı Zn durumunu belirlemek amacıyla geliştirilen 1 M $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ içinde hazırlanmış ve pH'sı 7'ye ayarlanmış 0.01 M $\text{Na}_2\text{-EDDHA}$ çözeltisidir. Toprak sömürücü oranı 1:10 ve sömürme süresi 1 saattir. Ekstraksiyondan sonra Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzülerek elde edilen süzükte Zn tayini yapılmıştır.

Trierweiler Lindsay Yöntemi (Yöntem TL): Ekstraksiyon çözeltisi Trierweiler ve Lindsay (1969) tarafından geliştirilen ve toprakların bitkiye elverişli Zn durumunu belirlemede önerilen 0.01 M $\text{Na}_2\text{-EDTA} + 1 \text{ M}$ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ karışımıdır. Toprak sömürücü oranı 1:2 ve sömürme süresi 30 dakikadır. Ekstraksiyondan sonra Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzülerek elde edilen süzükte Zn tayini yapılmıştır.

Lindsay Norvell Yöntemi (Yöntem LN): Sömürme çözeltisi Lindsay ve Norvell (1978) tarafından toprakların bitkiye yarayışlı Fe, Cu, Zn ve Mn durumlarının belirlenmesi için önerilen, pH'sı 7.3'e ayarlanmış 0.005 M DTPA (Dietilentriamin penta asetik asit) + 0.1 M TEA (Triethanolamin) + 0.01 M CaCl_2 karışımıdır. Toprak sömürücü oranı 1:2 ve sömürme süresi 2 saattir. Ekstraksiyondan sonra Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzülerek elde edilen süzükte Zn tayini yapılmıştır.

Johnson Young Yöntemi (Yöntem jY): Johnson ve Young (1973) tarafından bitkiye yarayışlı toprak Fe durumunu belirlemek amacıyla geliştirilen bu yönteme göre 10 g. toprak, 0.1 M NaNO_3 içinde hazırlanmış 100 ml 0.001 M EDDHA [Etilendiamin-N,N-bis (o-hidroksifenil asetik asit)] çözeltisi ile 10 dakika çalkalanmış ve oda sıcaklığında 18 saatlik bekletmenin son 10 dakikasında yeniden çalka-

lanan karışım, Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzülerek, süzükte Zn tayini yapılmıştır.

EDTA-TEA Yöntemi (Yöntem ET) : Aydemir (1980) tarafından geliştirilen ve kireçli toprakların bitkiye yararlılığı Cu durumunu belirlemek amacıyla denenen bu yöntemde sömürme çözeltisi, pH'sı HCl ile 7.1'e ayarlanmış 0.05 M Na₂-EDTA (Etilendiamin tetra asetik asidin sodyum tuzu)+ 0.05 M TEA (Triethanolamin) karışımıdır. Bu yöntemde toprak sömürücü çözelti oranı 1:10 ve sömürme süresi 2 saat olarak alınmıştır. Sömürme işleminden sonra Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzülerek elde edilen süzükte Zn tayini yapılmıştır.

2.3 Bitki Örnekleri ve Toprak Ekstraktlarında Zn Tayini

Kurutulup dövülen bitki örnekleri, van Schouwenberg ve Walinga (1978) tarafından önerilen ıslak yakma yöntemine göre yakıldıktan sonra çözeltiliye alınan Zn ve kimyasal ekstraksiyon çözeltileriyle topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları, Perkin-Elmer Model 360 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde uygun Zn standartlarıyla karşılaştırılarak belirlenmiştir.

2.4 İstatistiksel Analizler

Deneme verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde uygulanan doğrusal korelasyon ve regresyon analizlerinde Snedecor ve Cochran'dan (1968) yararlanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan toprakların laboratuvarında belirlenen bazı özellikleri çizelge 1'de sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi toprak örneklerinin pH düzeyleri 8.22-8.70; kireç kapsamı % 0.5-57.9; organik madde kapsamı % 0.85-4.49; kation değişim kapasiteleri (KDK) 100 g toprakta me olarak 2.7-39.5; ve toplam Zn içerikleri 47.5-198.0 ppm sınır eğerleri arasında değişmektedir. Çizelgedeki en ilgi çekici nokta 10, 20, 22 ve 23 numaralı toprak örnekleri dışarılanırsa tüm toprak örneklerinin CaCO₃ kapsamının % 20 düzeyinin üstünde ve genellikle % 40 dolaylarında bulunmasıdır. Bu da araştırma konusu topraklarda yüksek kirecin yol açtığı Fe, Cu, Zn ve Mn gibi ağır metal noksanlıkları olasılığını artırmaktadır.

Değişik kimyasal sömürücülerle toprak örneklerinden sömürülen Zn konsantrasyonları çizelge 2'de sergilenmiştir. Çizelgede 23 toprak örneği için elde edilen ortalama Zn değerlerine göre, ekstrakte edilen Zn konsantrasyonları açısından kimyasal yöntemler ET > jY > TL > NR > LN sırasına uygun bir diziliş göstermektedir. Ortalama 4.3 ppm Zn sömürülen yöntem ET ile en az Zn 1.3 ppm değeriyle 14, en fazla Zn 16.4 ppm değeriyle 3 numaralı örnekten; ortalama 2.64 ppm Zn

sömürülen yöntem jY ile en az Zn 0.99 ppm değeriyle 23, en fazla Zn 12.10 ppm değeriyle 5 numaralı örnekten; ortalama 2.40 ppm Zn sömürülen yöntem TL ile en az Zn 0.54 ppm değeriyle 2 3, en fazla Zn 13.32 ppm değeriyle 5 numaralı

Çizelge 1. Toprak örneklerinin bazı özellikleri.+

Table 1. Some properties of the soil samples. +

Toprak No.	pH	CaCO ₃ %	Organik madde %	KDK me/100 g	Toplam Zn ppm
1	8.52	46.1	2.39	39.5	82.5
2	8.43	45.7	2.44	34.9	95.7
3	8.22	47.9	4.25	26.3	127.5
4	8.40	57.9	1.25	29.9	57.5
5	8.30	41.4	4.49	33.7	157.5
6	8.52	50.0	1.24	25.5	62.5
7	8.48	43.4	2.50	34.4	111.3
8	8.53	34.8	1.17	34.9	67.5
9	8.40	33.7	1.92	33.5	97.5
10	8.43	6.2	2.09	30.5	110.0
11	8.40	46.1	2.74	23.3	107.5
12	8.52	57.2	1.70	20.8	80.0
13	8.50	49.0	1.51	25.6	8.0
14	8.70	26.1	0.90	29.2	57.5
15	8.43	21.8	2.71	18.4	75.0
16	8.40	35.8	2.35	23.8	60.0
17	8.60	47.7	2.25	16.4	47.5
18	8.42	49.2	3.34	13.6	75.0
19	8.45	51.3	2.38	15.7	80.0
20	8.53	0.5	1.12	20.1	90.0
21	8.55	24.9	3.57	13.9	91.3
22	8.50	2.7	1.22	2.7	198.0
23	8.58	8.3	0.85	6.2	120.0
En düşük	8.22	0.5	0.85	2.7	47.5
En yüksek	8.70	57.9	4.49	39.5	198.0
Ortalama	—	36.0	2.15	24.0	92.6

+ Çizelgedeki değerler iki paralel ortalamasıdır.

topraktan; ortalama 2.35 ppm Zn sömürülen yöntem NR ile en az Zn, 0.77 ppm değeriyle 14, en fazla Zn 11.15 ppm değeriyle 5 numaralı örnekten; ve son olarak ortalama 1.66 ppm Zn sömürülen yöntem LN ile en az Zn, 0.32 ppm değeriyle 23, en

fazla Zn 9.36 ppm değeriyle 5 numaralı topraktan smrlmstr. Çizelgede verilen değerlerin incelenmesinden de görüleceği gibi, kullanılan 5 kimyasal sömürme yönteminden 4 tanesi (NR, TL, LN, jY) ile en fazla Zn 5 numaralı topraktan sömürülmüş, yöntem ET ise küçük bir farkla en yüksek Zn değerini 3 numaralı örnekten almıştır. Öte yandan yine kullanılan Zn sömürme yöntemlerinden 3 tanesi ile (TL, LN, jY) en az Zn 23 numaralı örnekten, iki tanesi (NR, ET) ile ise 14 numaralı topraktan smrlmstr. Bu değerlendirme bile tek başına, herhangi bir istatistiksel analiz yapılmadan, toprak çinkosunu sömürme yönünden kullanılan kimyasal çözücülerinin birbirlerine paralel sonuçlar verdiğini gösterir yöndedir.

Deneme topraklarına uygulanan kimyasal Zn sömürme yöntemlerinin kendi aralarındaki ikili ilişkileri saptamak amacıyla, korelasyon analizleri yapılmış, korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak önemli olduğu durumlarda doğrusal regresyon eşitlikleri de verilmiştir. Bulunan bu doğrusal ilişkelere ait korelasyon katsayıları ve regresyon eşitlikleri izelge 3'te sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, topraktan sömürdükleri Zn konsantrasyonları açısından kullanılan tüm yöntemler arasında, istatistiksel olarak % 0.1 düzeyinde önemli ve pozitif ikili ilişkiler bulunmuştur. En yüksek ilişki $r = 0.999$ değeriyle yöntem jY ve LN arasında, en zayıf ilişki ise $r = 0.979$ değeriyle yöntem JY ve ET arasında saptanmıştır. Bu sonuç veya söz konusu yüksek düzeydeki ilişkiler, toprak çinkosunu sömürme açısından kullanılan kimyasal sömürme yöntemlerinin en azından deneme konusu topraklarda birbirlerine paralel değerler verdiğini veya yöntemler arasında önemli bir farkın bulunmadığını gösterir niteliktedir.

Mısır bitkisiyle serada gerçekleştirilen saksı denemesinde, Zn gübresi uygulanan ve uygulanmayan işlemlerde elde edilen bitki kuru ağırlıkları ve bitki Zn konsantrasyonları; bitki kuru maddesi ve Zn konsantrasyonunda tanığa oranla çinko gübrelemesinin sonucu olarak ortaya çıkan yüzde veya oransal artışlar izelge 4'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi Zn gübresi, 23 toprakta tanığa oranla ortalama % 30.1'lik bir artış sağlamıştır. Çinko gübresinin bitki kuru madde artışına en az etkisi %-31.5'luk negatif bir değerle 5 numaralı toprakta, en fazla etkisi ise % 89.2'lik bir değerle 14 numaralı toprakta görülmüstür. Yine Zn gübresi bitki Zn konsantrasyonunda 23 toprakta, tanığa oranla ortalama % 181.5'luk bir artış sağlamış; en düşük artış % 68.5 değeriyle 3 numaralı, en yüksek artış ise % 414.6 değeriyle 16 numaralı toprakta ortaya çıkmıştır. Çinko gübresinin etkisiyle 23 toprak örneğinden biri dışındaki topraklarda kuru madde artışı sağlanması, denemeye alınan toprakların hemen tümünde bitkiye yarıyışlı Zn düzeyinin yetersiz olduğunu veya Zn noksanlığının varlığını gösterir niteliktedir.

Çinko ile gübrelemenin sonucu olarak tanığa oranla bitki kuru ağırlığı ve bitki Zn konsantrasyonunda ortaya çıkan oransal artışların kimyasal sömürücülerle topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler doğrusal korelasyon ve

Çizelge 2. Değişik kimyasal çözücülerle deneme topraklarından sömürülen Zn konsantrasyonları.+

Tablo 2. Zn Extracted from the soils with various chemical extractants.

Top. No.	Sömürme yöntemi					Top. No.	Sömürme yöntemi				
	NR	TL	LN	JY	ET		NR	TL	LN	JY	ET
	ppm Zn						ppm Zn				
1	2.11	1.80	1.26	2.58	3.8	13	1.01	0.76	0.42	1.11	1.8
2	1.79	1.64	1.06	2.05	4.0	14	0.77	0.60	0.37	1.06	1.3
3	9.55	12.60	8.95	9.75	16.4	15	1.56	1.54	0.91	2.16	3.3
4	1.54	1.46	0.90	1.95	3.0	16	1.10	1.06	0.59	1.49	2.6
5	11.15	13.32	9.36	12.10	15.6	17	1.37	1.18	0.73	1.65	2.8
6	1.52	1.39	0.94	1.94	2.8	18	1.20	1.94	1.36	2.45	4.3
7	2.39	2.30	1.59	2.82	6.2	19	1.52	1.16	0.82	1.70	2.4
8	1.02	0.86	0.43	1.15	1.8	20	0.84	0.62	0.45	0.14	1.9
9	1.42	1.26	0.87	1.77	2.7	21	2.05	1.90	1.26	2.34	4.7
10	1.38	1.30	0.92	1.58	2.8	22	1.60	1.54	0.93	1.77	3.3
11	3.96	3.74	3.12	4.13	6.6	23	1.05	0.54	0.32	0.99	1.7
12	1.12	0.92	0.56	1.21	2.5						
En düşük							0.77	0.54	0.32	0.99	1.3
En yüksek							11.15	13.32	9.36	12.10	16.4
Ortalama							2.35	2.40	1.66	2.64	4.3

+ Çizelgedeki değerler iki paralel ortalamasıdır.

Çizelge 3. Deneme topraklarına uygulanan kimyasal Zn sömürme yöntemleri arasındaki ilişkiler.

Table 3. Relationships between chemical Zn extraction methods used as shown by linear regression and correlation analysis.

Yöntem	NR	JY	LN	TL	ET
NR	—	$r=0.998^{+++}$ $y=0.2+1.04x$	$r=0.997^{+++}$ $y=0.93x-0.52$	$r=0.996^{+++}$ $y=1.29x-0.63$	$r=0.983^{+++}$ $y=0.82+1.47x$
jY		—	$r=0.992^{+++}$ $y=0.89x-0.68$	$r=0.993^{+++}$ $y=1.24x-0.87$	$r=0.979^{xxx}$ $y=1.41x+0.55$
LN			—	$r=0.999^{+++}$ $y=1.4x-0.09$	$r=0.986^{+++}$ $y+1.59x1.64$
TL				—	$r=0.985^{+++}$ $y=1.14+X1.54$

+++ % 0.1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4. Çinko gübresinin bitki kuru ağırlığı ve Zn kapsamına etkisi.

Table 4. Effect of Zn fertilizer on dry matter yield and Zn concentration of the test plant*.

Toprak No.	Kuru madde (g)		Kuru madde artışı (%)	Zn kapsamı (ppm)		Zn kapsamı artışı (%)
	Zn ₀	Zn ₁		Zn ₀	Zn ₁	
1	10.7	12.0	13.0	22.9	49.6	116.6
2	7.5	8.4	12.7	20.7	63.5	206.8
3	14.3	15.4	7.7	35.6	60.0	68.5
4	5.3	7.0	32.0	19.4	61.6	217.5
5	13.5	9.3	-31.5	37.9	64.4	69.9
6	6.5	8.8	34.6	21.9	57.5	162.6
7	7.2	7.8	8.3	26.9	80.4	198.9
8	7.8	9.3	19.4	17.8	52.5	194.9
9	9.2	11.7	27.2	19.0	52.9	178.4
10	7.5	10.8	44.0	18.6	57.1	207.0
11	9.0	9.5	5.6	30.3	57.6	90.1
12	7.7	8.5	10.4	21.0	61.9	194.8
13	4.5	7.8	73.3	21.0	63.5	202.4
14	6.5	12.3	89.2	18.8	60.1	219.7
15	10.3	11.8	14.5	19.6	51.5	162.8
16	9.0	15.7	74.5	12.3	63.3	414.6
17	12.5	13.9	11.2	24.2	67.9	180.6
18	10.7	11.0	2.8	24.8	66.9	169.8
19	9.2	11.5	25.0	19.8	45.6	130.3
20	5.8	10.8	86.2	16.9	51.9	207.1
21	9.0	9.8	8.9	28.2	73.3	159.9
22	10.0	13.9	39.0	21.5	57.6	167.9
23	3.7	6.8	83.8	16.9	59.6	252.7
En düşük	3.7	6.8	-31.5	12.3	45.6	68.5
En yüksek	14.3	15.7	89.2	37.9	80.4	414.6
Ortalama	8.8	10.6	30.1	22.4	60.0	181.5

* Çiziledeki değerler 3 paralel ortalamasıdır.

regresyon analizleri ile saptanmış ve sonuçları çizelge 5'te sergilenmiştir. Yine aynı çizelgede, çinko uygulanmamış işlemlerde yetiştirilen bitkinin Zn konsantrasyonu ve kimyasal çözücülerle topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler doğrusal regresyon ve korelasyon analiz sonuçları olarak verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, Zn gübresinin etkisiyle tanığa oranla bitki kuru maddesi ve Zn konsantrasyonundaki oransal veya yüzde artışlar ve denemede kullanılan tüm Zn sömürme yöntemleriyle topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler saptanmıştır. Ancak denemede kullanılan 5 Zn sömürme yöntemi arasında çinkolu gübrenin etkisiyle bitki kuru madde artışı ile en yüksek ilişkiyi $r = -0.590$ değeriyle yöntem ET; en düşük ilişkiyi ise $r = -0.535$ değeriyle yöntem LN vermiştir. Yine söz konusu 5 Zn sömürme yöntemi arasında çinkolu gübrenin etkisiyle tanığa oranla bitki Zn konsantrasyonundaki oransal artış ile en yüksek ilişkiyi $r = -0.632$ değeriyle yöntem NR, en düşük ilişkiyi ise $r = -0.582$ değeriyle yöntem TL vermiştir. Öte yandan çinkolu gübre uygulanmamış topraklarda yetiştirilen bitkilerin Zn konsantrasyonu ve denemede kullanılan kimyasal Zn sömürme yöntemleriyle topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasında % 0.1 düzeyinde önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Ancak söz konusu 5 yöntem arasında en yüksek ilişkiyi $r = 0.883$ değeriyle yöntem ET, en düşük ilişkiyi ise $r = 0.842$ değeriyle yöntem TL vermiştir.

Çizelge 5. Değişik kimyasal sömürücülerle toraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları ve sera denemesi sonuçları sarasındaki ilişkiler.

Table 5. Relationships between Zn extracted from the soils with various chemical extractants and results of the green house experiment.

Zn sömürme yöntemi	Çinko gübresiyle sağlanan oransal		Çinkosuz işlemde bitki Zn kapamı (ppm)
	Kuru madde artışı (%)	Zn konsantrasyonu artışı (%)	
NR	$r = -0.565^{++}$ $y = 46.1 - 6.8x$	$r = -0.632^{++}$ $y = 221 - 16.8x$	$r = 0.864^{+++}$ $y = 17.8 + 1.98x$
LN	$r = -0.535^{++}$ $y = 41.6 - 6.94x$	$r = -0.599^{++}$ $y = 209.9 - 17.1x$	$r = 0.852^{+++}$ $y = 18.9 + 2.1x$
TL	$r = -0.568^{++}$ $y = 42.8 - 5.3x$	$r = -0.582^{++}$ $y = 210.2 - 11.94x$	$r = 0.842^{+++}$ $y = 18.85 + 1.49x$
jY	$r = -0.578^{++}$ $y = 47.7 - 6.69x$	$r = -0.601^{++}$ $y = 222 - 15.34x$	$r = 0.859^{+++}$ $y = 17.43 + 1.89x$
ET	$r = -0.590^{++}$ $y = 50.4 - 4.74x$	$r = -0.593^{++}$ $y = 226.5 - 10.5x$	$r = 0.883^{+++}$ $y = 16.7 + 1.35x$

++ % 1 düzeyinde önemli. +++ % 0.1 düzeyinde önemli.

Sonuç olarak yukarıda tartışılan bulguların ışığı altında, araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarının belirlenmesinde denemeye alınan kileyt yapıcı madde temelinde dayanan Zn sömürme yöntemleri arasında önemli farkların bulunmadığı ve bu amaçla tümünün de başarı ile kullanılabilmesi söylenebilir. Ayrıca Aydemirce (1980) geliştirilen EDTA-TEA yöntemi (yöntem ET), denemede kullanılan 5 kimyasal Zn sömürme yöntemi arasında, tanığa oranla çinkolu gübrenin etkisiyle kuru maddede sağlanan oransal artışla ilişkiler ve Zn uygulanmamış işlemde bitki Zn konsantrasyonu ile ilişkiler açısından birinci sırayı almıştır. Bu yöntem, tanığa oranla çinko gübrelemesinin sonucu olarak bitki Zn konsantrasyonu artışı ile ilişkiler açısından ise dördüncü sırayı almıştır. Bu sonuçlara göre söz konusu yöntemin en azından araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarının belirlenmesinde öteki yöntemler yanında ve hatta onlara yeğlenerek kullanılabilmesi gerçeği ortaya çıkmaktadır. Aynı yöntemin başka toprak, iklim ve bitki koşulları altında denenmesi, yöntemin kullanılma alanını belirleme yönünden yararlı olacaktır. Öte yandan araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarının saptanmasında, denemeye alınan 5 kimyasal yöntem birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiği göre, hangi yöntemin seçileceği, kullanılan kimyasal maddenin ucuzluğu, elde edilebilme kolaylığı, yöntemin kolay uygulanabilirliği ve öteki bitki besin elementleri yarayışlılığının belirlenmesinde kullanılıp kullanılmayacağı gibi etkenlere bağlı olacaktır.

SUMMARY

COMPARISON OF VARIOUS SOIL ZINC TESTS IN PREDICTING PLANT AVAILABLE SOIL ZINC

The objective of this study was to compare various chemical Zn extractants based on synthetic chelating compounds for predicting plant available soil Zn in calcereous soils. Extracting solutions for the soil Zn test methods denoted as NR, JY, LN, TL and ET were 0.01 M Na₂-EDDHA dissolved in 1 N NH₄C₂H₃O₂; 0.001 M EDDHA dissolved in 0.1 M NaNO₃; a mixture of 0.005 M DTPA+0.1 M TEA+0.01 M CaCl₂ adjusted to pH 7.3; 0.01 M EDTA+1 M (NH₄)₂CO₃; and 0.05 M Na₂-EDTA+0.05 M TEA respectively. In order to fulfill the above mentioned objective, relationships between amounts of Zn extracted from 23 calcereous soil samples, alkaline in pH, by the selected extraction methods and the relative increments in dry matter yield and Zn concentration of the test plant (*Zea mays*, var. Michingan 202) grown in the greenhouse as a result of zinc fertilization were determined by using linear regression and correlation analysis. Relationships between Zn concentrations extracted with various chemical extractants from the soil samples and Zn concentration of the test plant grown with no added zinc was also determined.

The results obtained show that all of the chemical Zn extraction methods are very colosely intrrerlated and were equally suitable in predicting plant available soil Zn at least for the soils used in this study. Since the chemical extraction methods used were equally suitable in prdedcting plant available soil Zn, it was concluded that factors other than the suitability of the extraction method in predicting plant tavailable soil Zn should play a major role when choosing or preferring the chemical Zn extraction method. These factors can be summerized as availability and price of the chemical reagent, simplicity of the extraction method, suitability of the method in predicting availability of other nutrient elements.

KAYNAKLAR

- Allison, L.E. (1965). Organic carbon. In C.A. Black et. al. ed. Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy, 1267-1375.
- Allison, L.E. and C. D. Moodie, (1965). Carbonate. In C.A. Black et. al. ed. Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy, 1379-1396.
- Aydemir, O. (1980), Bitkiye elverişli toprak bakırının belirlenmesinde $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ çözeltisinin kullanılabilme olasılığı. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu Tebliğ Özetleri, Toprak-Bitki Besleme Seksiyonu, s. 7. Adana.
- Cox, F.R. and E.j. Kamprath. (1972). Micronutrient Soil Tests. In j.j. Mortvedt et. al. ed. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Wisconsin, USA.
- Danışman, S. (1980). Akdeniz bölgesinde turunçgillerin yoğun olarak yetiştirildiği toprakların çinko durumu ve bu toprakların alınabilir çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Tarım ve Orancılık Araştırma Grubu Tebliğ Özetleri. Toprak-Bitki Besleme Seksiyonu: s. 16.
- Haq, A.U. and M.H. Miller. (1972). Prediction of available soil Zn, Cu and Mn using chemical extractants. Agron. j. 64: 779-682.
- Hoover, W. L. (1966). Retention of Zn by soil as related to mineralogy and extraction methods. Diss. Abs. 27: 3023.
- Jackson, M.L. (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc.
- Lindsay, W. L. and W.A. Norvell. (1978). Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 42: 421-428.
- Lucas, R.E. and B.D. Knezek. (1972). Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In j.j. Mortvedt et. al. ed. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc.

- Martens, D.C. (1968). Plant availability of extractable boron, copper and zinc as related to selected soil properties. *Soil Sci.* 106: 23-28.
- Martens, D.C. and G. Chester . (1967). Comparison of chemical tests for estimation of the availability of soil zinc. *J. Sci. Food Agr.* 18: 187-193.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. (1978) *Principles of Plant Nutrition*. Int. Potash Inst. Berne, Switzerland.
- McKenzie, R.M. (1966). The relation of laboratory analysis for Cu, Zn and Mo in some Victorian soil to the results of field trials. *Aust. j. Exp. Agr. Anim. Husb.* 6: 170-174.
- Navrot, j and S. Ravikovitch. (1968). Zn availability in calcereous soils. II. Relationship between available zinc and response to Zn fertilization. *Soil Sci.* 105:184-184
- Polemio, M. and j. D. Rhoades. (1977). Determining cation exchange capacity: A new procedure for calcereous and gypsiferous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. j.* 41: 524-527.
- Ravikovitch, S., M. Margolin, and j. Navrot. (1968). Zinc availability in calcereous soils. I. Comparison of chemical extraction methods for estimation of plant available zinc. *Soil Sci.* 105: 57-61.
- Shaw, E. and L.A. Dean. (1952). Use of dithizone as an extractant to estimate the zinc nutrient status of soils. *Soil Sci.* 73: 341-347.
- Shukla, U.C. (1965). Some factors affecting Zn availability in Georgia soils. *Diss. Abs.* 16: 1852.
- Snedecor, G.W. and W. G. Cochran. (1968). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, U.S.A.
- Stanton, D.A. and Du T. Burger. (1966). Studies on Zn in selected orange free state soils. I. An assesment of the zinc status of selected surface soils. *S. Afr. j. Agr. Sci.* 9: 601-616.
- Trierweiler, F.j. and W.L. Lindsay, (1969). EDTA-Ammonium carbonate soil test for zinc. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33: 49-54.
- Viets, F.G., jr., and L.C. Boawn. (1965) Zinc. In C.A. Black et. al. ed. *Methods of Soil Analsis, Part 2. Agronomy* 9: 1090-1101.
- Van Schouwenburg. j. Ch. and I. Walinga. (1978). *Methods of Analysis for Plant Material*. Agricultural Univ. Wageningen, Netherlands.
- Wear, j. I. and C. E. Evans. (1968). Relationship of Zn uptake by corn and sorghum to soil Zn measured by three extractants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32: 543-546.

Wear, j. I. and A. L. Sommer. (1948). Acid extractable zinc of soils in relation to occurrence of zinc deficiency symptoms of corn. A method of analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12: 143-144.

johnson, j. V. and R.A. Young. (1973). Evaluation of EDDHA as an extraction and analytical reagent for assessing the iron status of soils. Soil Sci. 115: 11-17.