

BİTKİYE YARAYIŞLI TOPRAK ÇİNKO DURUMUNUN BELİRLENMESİNDE SÖMÜRÜCÜ OLARAK PYROFOSFATIN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Orhan Aydemir +

ÖZET

Yapay kilyet yapıcı madde temeline dayanan birçok kimyasal sömürücü, bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunu belirlemek amacıyla başarı ile kullanılmaktadır. Bu araştırmada kilyet yapıcı özelliği nedeniyle pyrofosfatın bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunun saptanabilmesinde, sömürücü olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için, bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunu belirlemede uygunlukları daha önce saptanan beş kimyasal sömürücü ve pyrofosfat çözeltisi ile alkanin tepkimeli ve kireç yönünden varsıl 23 toprak örneğinden sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca aynı topraklarda serada yetiştirilen çinkoya duyarlı mısır bitkisinde (Zea mays var. Michigan 202) çinkolu gübrenin etkisiyle bitki kuru madde üretimi ve çinko konsantrasyonunda tanığa oranla sağlanan oransal değişimler ve pyrofosfat ile topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır.

Elde edilen bulgular, araştırma konusu topraklardan uygunlukları daha önce saptanan beş kimyasal Zn sömürücüsü ve pyrofosfatla sömürülen Zn konsantrasyonları arasında yakın ilişkilerin varlığını ortaya koymaktadır. Ayrıca çinkolu gübrenin etkisiyle bitki kuru madde üretimi ve Zn konsantrasyonunda tanığa kıyasla sağlanan oransal değişimler ve pyrofosfat ile topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki negatif ve fakat yüksek düzeyde önemli ilişkiler de, söz konusu maddenin en azından araştırmaya konu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarının belirlenmesinde başarı ile kullanılabileceğini gösterir niteliktedir.

1. GİRİŞ VE KAYNAK ÖZETİ

Çinko noksanlığı en yaygın mikrobesele elementi noksanlıklarından biridir ve bitki üretiminde giderek büyük boyutlara varan önem kazanmaktadır. Yurdumuzun Akdeniz bölgesinde turuncgillerin yoğun olarak yetiştirildiği yörelerinde de Da-

+ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü öğretim üyesi.

nışman (1980) tarafından yüksek fosfora bağlı ciddi Zn noksanlığı sorunlarının varlığı saptanmıştır. Çoğu tarım topraklarının toplam Zn kapsamaları Mengel ve Kirkby'e (1978) göre, kültür bitkileri gereksinmesinin çok üstünde olmasına karşın, çinko noksanlığının yaygın oluşu, toprak çinkosunun bitkilere yarayışlılığını sınırlayan etkenlerden kaynaklanmaktadır. Bu etkenleri Lucas ve Kmezek (1972) 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 (192) tarafından genel olarak dört gruba ayrılarak incelenmiştir. Bunlar; 1. Kompleks yapıcı madde çözeltileri. 2. Seyreltik asit çözeltileri, 3. Yansız tuz çözeltileri ve 4. Yapay kilyet yapıcı madde çözeltileri. Yapay kilyet yapıcı madde temeline dayanan çinko sömürücüleri, bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunun belirlenmesinde, öteki üç grup sömürücüye kıyasla daha güvenilir ve gerçekçi değerler vermektedir. Shukla (1965) tarafından etkili bir Zn sömürücüsü olduğu bildirilen EDTA, 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 kapsamaları geniş sınırlar içinde değişen topraklarda serada yetiştirdikleri mısır bitkisinin Zn alımı ve 0.01 M EDTA + 1M (NH₄)₂CO₃ çözeltisi ile topraklardan sömürülen Zn arasında önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Öte yandan Ravikovitch ve çalışma arkadaşları (1978) ve Navrot ve Ravikovitch (1968), mısır bitkisinin Zn alımı ve 1 M NH₄C₂H₃O₂ içinde çözülmüş 0.01 M Na₂-EDDHA ile sömürülebilir toprak Zn miktarları arasında istatistiksel olarak oldukça yüksek düzeyde ilişkiler (r= 0.68) bulmuşlardır. Lindsay ve Norvell (1968) bitkiye yarayışlı toprak Fe, Cu, Zn ve Mn durumlarının belirlenmesinde pH'sı 7.3'e ayarlanmış 0.005 M DTPA + 0.01M CaCl₂ + 0.1M TEA karışımını önermektedirler. Bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunun belirlenmesinde yapay kilyet yapıcı madde temeline dayanan değişik sömürücüleri karşılaştıran Aydemir (1980), 1 N NH₄ C₂H₃O₂ + 0.001 M Na₂-EDDHA, 0.1 M NaNO₃ + 0.001 M EDDHA, 0.005 M DTPA + 0.1 M TEA + 0.01 M CaCl₂, 0.01 M EDTA + 1 M (NH₄)₂CO₃ ve 0.05 M Na₂-EDTA + 0.05 M TEA çözeltilerinin alkalın tepkimeli kireç yönünden varsıl topraklar için aşağı yukarı eş düzeyde uygun oldukları sonucuna varmıştır.

Burada rapor edilen araştırmanın amacı, kilyet yapıcı madde özelliği gösteren pyrofosfatın (Hignett, 1965, Norvell, 1972) bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunu belirlemede kullanılıp kullanılmayacağına araştırılmasıdır. Bu amaca ulaşabil-

mek için, bitkiye yarayışlı toprak Zn durumunu belirlemede uygunlukları daha önce saptanan yapay kilyet yapıcı madde temiline dayanan 5 kimyasal sömürücü ve pyrofosfat ile alkalın tepkimeli ve kireç yönünden varsıl topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca aynı topraklarda serada yetiştirilen çinkoya duyarlı deneme bitkisinde (*Zea mays* var. Michigan 202) çinkolu gübrenin etkisiyle bitki kuru madde üretimi ve Zn konsantrasyonunda tanığa oranla sağlanan yüzde değişimler ve pyrofosfat ile topraktan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada toprakların bazı mikrobesein elementleri durumlarıyla ilgili bir araştırmada kullanılmak üzere Malatya ili tarım topraklarında alınan 23 yüzey toprak örneği kullanılmıştır. Laboratuvar analizi için hazırlanan toprak örneklerinde pH, 1:2.5 oranında sulandırılmış toprak süspansiyonunda cam elektrodlu Beckman Zeromatik SS-3 pH-metresiyle potansiyometrik olarak Jackson (1958); kalsiyum karbonat, kalsimetre ile volumetrik olarak Allison ve Moodie (1965); organik madde, Walkey-Black yöntemine göre Allison (1965); kation değişim kapasitesi (KDK), kireçli topraklar için Polemio ve Rhoades (1977) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Toprakta toplam Zn, 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, çinko noksanlığına duyarlı bir bitki olan mısır bitkisinin (*Zea mays* var. Michigan 202) gösterge bitki olarak kullanıldığı 3 paralelli bir seradenemesi gerçekleştirilmiştir. Sera denemesi, içine 4 mm lik elekten elenmiş 2 kg fırında kuruya 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) Zn_0 = tanık ve (b) 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. Çimlenmeden sonra her saksıda eş gelişme gösteren üç bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Deneme 8 hafta devam etmiş ve bu süre içinde saksılar her gün 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 sapandıktan sonra, porselen havanda dövülerek Zn analizi için polietilen torbalarda saklanmıştır.

2.1. Deneme Toprakarı İçin Uygumlukları Önceden Saptanan Çinko Sömürme yöntemleri

Navrot-Ravikotvitch Yöntemi (Yöntem NR) : Ekstraksiyon çözeltisi Navrot ve Ravikotvitch (1968) tarafından kireçli topraklarda bitkiye yarayışlı Zn durumunu belirlemek amacıyla geliştirilen, pH'sı 7'ye ayarlanmış 1 M $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ + 0.01 M Na_2 -EDDHA karışımıdır. Toprak sömürücü oranı 1:10 ve sömürme süresi 1 saattir.

Trierweiler-Lindsay yöntemi (Yöntem TL) : Ekstraksiyon çözeltisi Trierweiler ve Lindsay (1969) tarafından geliştirilen ve toprakların bitkiye elverişli Zn durumunu belirlemede önerilen 0.01 M Na_2 -EDTA-+ 1 M $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ karışımıdır. pH'sı 8.6'ya yarılanan bu çözelti ile ekstraksiyonda, toprak sömürücü oranı 1:2 ve sömürme süresi 2 saattir.

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+ 0.1 M TEA+ 0.01 M CaCl_2 karışımıdır. Toprak sömürücü oranı 1:2 ve sömürme süresi 2 saattir.

Johnson-Young Yöntemi (Yöntem jY): Johnson ve Young (1973) tarafından geliştirilen ve deneme konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumunun belirlenmesinde uygunluğu Aydemir (1980) tarafından saptanan bu yöntemde sömürme çözeltisi 0.1 M NaNO_3 + 0.001 M EDDHA çözeltisidir. Toprak sömürücü oranı 1:10 ve sömürme süresi 18 saattir,

EDTA-TEA Yöntemi (Yöntem ET) : Aydemir (1980) tarafından geliştirilen ve araştırmaya konu topraklarda bitkiye yarayışlı Zn durumunun saptanmasında uygunluğu belirlenen bu yöntemde sömürme çözeltisi, pH'sı 7.1'e ayarlanmış 0.05 M Na_2 -EDTA+ 0.05 M TEA karışımıdır. Bu yöntemde toprak sömürücü oranı 1:10 ve sömürme süresi 2 saattir.

2.2 Pyrofosfat ile çinko sömürme yöntemi.

Sodyum pyrofosfat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) tuzundan üç değişik konsantrasyonda (0.005 M, 0.01 M ve 0.02 M) çözelti hazırlanmış ve pH'ları HCl ve asetik asit ile 7'ye ayarlanmıştır. Hazırlanan bu altı çözelti ile topraklardan çinko ekstraksiyonunda toprak sömürücü oranı 1:10 ve sömürme süresi 2 saat olarak alınmıştır. Dakikada 240 yatay salınım yapan bir çalkalayıcı da ekstraksiyon işleminin tamamlanmasından sonra 2000 dev/dak düzeyinde 5 dakika süre ile santrifüj edilen toprak-pyrofosfat çözelti süspansiyonu. daha sonra whatmad No. 42 süzgeç kâğıdından süzülerek süzükte Zn tayini yapılmıştır. Toprakların pyrofosfat ekstraksiyonunda berrak süzük elde edebilmek için, santrifüj işlemi zorunlu bulun-

muştur. Aksi halde aşırı düzeyde dispers olan toprak kolloidleri, süzme işlemini geçiktirdiği gibi, berrak bir süzük elde edilmesi de olanaksızlaşmaktadır. pH'sı HCl ile 7'ye ayarlanan 0.005, 0.01 ve 0.02 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ çözeltileri sırasıyla PP₁ PP₂ ve PP₃ olarak pH'ları asetik asit ile 7'ye ayarlanan 0.005 0.01 ve 0.02 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ çözeltileri ise sırasıyla PPa PPb ve PPc olarak işaretlenmiştir.

2.3. Bitki Örnekleri ve Toprak Ekstraktlarında Zn Tayini

Kurutulup dövülen bitki örnekleri van Schouwenburg ve Walinga (1978) tarafından önerilen ıslak yakma yöntemine göre yakıldıktan sonra çözeltiliye alınan Zn ve kimyasal ekstraksiyon çözeltileriyle topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları, Ferkin 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 Snedcor ve Cochrandan (1968) yararlanılmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan ve çinkoya tepki gösterdiği Aydemir (1980) tarafından saptanan toprakların labovatuvarında belirlenen bazı özellikleri çizelge 1'de sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi toprakların pH düzeyleri 8.22-8.70; kireç kapsamları % 0.5-57.9; organik madde kapsamları % 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 değerleri arasında değişmektedir.

Araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarının belirlenmesinde uygunlukları önceden saptanan yapay kileyt yapıcı madde temeline dayanan 5 kimyasal sömürücü ve pyrofosfat çözeltileriyle topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları çizelge 2'de sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, pyrofosfat çözeltilerinin konsantrasyonundaki artış, topraktan ekstrakte edilen Zn konsantrasyonunun artması ile sonuçlanmaktadır. Ancak ortalama değerlerin incelenmesinden de açıkça görüleceği gibi, pH ayarlamasında HCl veya asetik asit kullanılması, topraklardan ekstrakte edilen Zn konsantrasyonu açısından önemli bir fark yaratmamaktadır. Çizelgede dikkati çeken başka önemli bir nokta da, pyrofosfat çözeltileriyle en fazla çinkonun öteki yöntemlerde olduğu gibi 5 numaralı, en az çinkonun ise 21 ve 23 numaralı topraklardan sömürülmüş olmasıdır.

Deneme toprakları için uygunlukları önceden saptanan yöntemler ve pyrofosfat çözeltileriyle topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ikili

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	95.0
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	52.7	1.70	20.8	80.0
13	8.50	49.0	1.51	25.6	80.0
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	2.57	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 yüks.	8.70	57.9	4.49	39.5	198.0
Ortalama	—	36.0	2.15	24.0	92.6

+ Çizelgedeki değerler iki paralel ortalamasıdır.

ilişkiler, doğrusal korelasyon analiz sonuçları olarak çizilge 3'de sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesi, ikili ilişkilerin tümünün istatistiksel olarak % 5 ve % 1 düzeylerinde önemli olduğunu göstermektedir. Bu sonuç denemeye alınan pyrofosfat çözeltilerinin deneme konusu toprakların bitkiye yarayışlı Zn durumlarını belirlemede kullanılabileceğini gösteren ilk kanıttır. Çizilgede verilen en düşük düzeydeki ilişki $r = 0.499$ değeriyle yöntem TL ve PPa; en yüksek düzeydeki ilişki ise $r = 0.808$ değeriyle yöntem jY ve PpC arasındadır. Ayrıca bu çizilgede önemle üzerinde durulması gereken bir eğilim de, pyrofosfat çözeltileri konsantrasyonu

arttıkça korelasyon katsayılarının da artmasıdır. Bu nedenle sera denemesinde çinkolu gübrenin etkisiyle bitki kuru madde üretimi ve Zn konsantrasyonundaki oransal değişimler ve denemeye alınan en yüksek konsantrasyondaki pyrofosfat çözeltileriyle (PP₃ ve PP_c) topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Sera denemesinde çinkolu gübrenin etkisiyle tanığa oranla kuru madde üretimi ve bitki Zn konsantrasyonunda sağlanan yüzde değişimler ve bu değişimlerin pyrofosfat çözeltileriyle (PP₃ ve PP_c) topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonlarıyla ilişkileri doğrusal korelasyon ve regresyon analiz sonuçları olarak çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de açıkça görüleceği gibi söz konusu ilişkilerin tümü negatif ve istatistiksel olarak önemlidir. En düşük düzeydeki ilişki

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

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

Top. No.	Kileyt yapıcı madde çözeltileri					Pyrofosfat çözeltileri					
	NR	TL	LN	JY	ET	PP ₁	PP ₂	PP ₃	PPa	PPb	PPc
1	2.11	1.80	1.26	2.58	3.8	1.05	1.51	2.42	1.38	1.49	2.06
2	1.79	1.64	1.06	2.05	4.0	1.30	1.70	2.97	1.72	1.55	2.57
3	9.55	12.60	8.95	9.75	16.4	2.53	3.86	3.86	2.61	3.86	6.29
4	1.54	1.46	0.90	1.95	3.0	1.56	2.65	3.19	1.51	2.82	3.25
5	11.15	13.32	9.36	12.10	15.6	5.40	7.84	11.40	5.11	7.42	11.07
6	1.52	1.38	0.94	1.94	2.8	4.84	5.75	5.65	4.88	5.54	5.14
7	2.39	2.30	1.59	2.82	6.2	1.08	1.47	1.99	1.32	1.43	2.16
8	1.02	0.68	0.43	1.15	1.8	0.38	1.01	1.43	3.58	0.92	1.42
9	1.42	1.26	0.85	1.77	2.7	1.60	3.31	5.06	1.97	2.91	44.47
10	1.38	1.30	0.92	1.58	2.8	1.04	5.05	5.59	2.31	3.58	4.72
11	3.96	3.74	3.12	5.13	6.7	1.50	2.59	3.92	1.56	2.71	3.68
12	1.12	0.92	0.56	1.21	2.5	1.27	2.69	3.67	1.52	2.49	3.58
13	1.01	0.76	0.42	1.11	1.6	1.51	2.42	3.30	1.55	2.73	3.11
14	0.77	0.60	0.37	1.06	1.3	0.43	0.72	1.08	0.54	0.71	1.02
15	1.56	1.54	0.91	2.16	3.3	2.29	2.82	3.71	2.04	2.84	3.67
16	1.10	1.06	0.59	1.49	2.6	0.48	0.89	1.37	0.56	0.96	1.40
17	1.37	1.18	0.73	1.65	2.8	1.55	2.15	3.07	1.82	2.35	3.95
18	2.20	1.94	1.36	2.45	4.3	0.66	0.88	1.43	0.84	0.87	1.67
19	1.52	1.16	1.82	1.70	2.4	1.21	1.57	2.09	1.16	1.85	2.61
20	0.84	0.62	0.45	1.04	1.9	0.75	0.05	1.40	0.77	0.87	1.35
21	2.05	1.90	1.26	2.34	4.7	0.34	0.51	0.82	0.39	0.47	0.83
22	1.60	1.54	0.93	1.77	3.3	2.46	3.55	3.78	2.30	1.32	3.74
23	1.05	0.54	0.32	0.99	1.7	0.40	0.54	0.87	0.34	0.60	0.81
ED.	0.77	0.54	0.32	0.99	1.3	0.34	0.51	0.82	0.34	0.47	0.81
EY.	11.15	13.32	0.26	12.10	16.4	5.40	7.84	11.40	5.11	7.42	11.07
Or.	2.35	2.40	1.66	2.64	4.3	1.59	2.40	3.36	1.68	2.34	3.19

+ Çizelgedeki değerler iki paralel ortalamasıdır.

Çizelge 3. Pyrofosfat ve kileyt yapıcı madde çözeltileriyle topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonları arasındaki ikili ilişkiler.

Table 3. Paired relationships between Zn extracted with chelating compounds and pyrophosphate solutions as shown by correlation coefficients.

Sömürücü	NR	TL	JY	LN	ET
PP ₁	r= 0.603 ⁺⁺	r= 0.598 ⁺⁺	r= 0.624 ⁺⁺	m= 0.590 ⁺⁺	r= 0.545 ⁺⁺
PP ₂	r= 0.637 ⁺⁺	r= 0.633 ⁺⁺	r= 0.654 ⁺⁺	r= 0.628 ⁺⁺	r= 0.573 ⁺⁺
PP ₃	r= 0.782 ⁺⁺	r= 0.781 ⁺⁺	r= 0.792 ⁺⁺	r= 0.777 ⁺⁺	r= 0.726 ⁺⁺
PP _a	r= 0.503 ⁺	r= 0.499 ⁺	r= 0.520 ⁺	r= 0.493 ⁺	r= 0.458 ⁺
PP _b	r= 0.643 ⁺⁺	r= 0.640 ⁺⁺	r= 0.659 ⁺⁺	r= 0.635 ⁺⁺	r= 0.577 ⁺⁺
PP _c	r= 0.795 ⁺⁺	r= 0.791 ⁺⁺	r= 0.808 ⁺⁺	r= 0.786 ⁺⁺	r= 0.734 ⁺⁺

+ % 5 ve ++ % 1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4. Çinko gübresinin bitki kuru ağırlığı ve Zn konsantrasyonunda yol açtığı yüzde değişimler ve bu değişimlerin pyrofosfat çözeltileriyle topraklardan sömürülen Zn konsantrasyonlarıyla ilişkileri+.

Table 4. Effect of Zn fertilizer on dry matter yield and Zn concentration of the test plant and relationships between Zn extracted from the soils with pyrophosphate solutions and results of the green house experiment.

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	11.66
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	179.4
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	63.5	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	1.4	15.7	89.2	37.9	80.4	414.4
Ortalama	0.3	30.5	30.1	22.4	60.0	181.5

Pyrofosfat çözeltisi Çinko gübresiyle sağlanan % değişim

	Kuru maddede	Zn konsantrasyonunda
PP ₃	r= -0.514* y= 53.3-6.89x	r= -0.556** y= 236.8-16.5x
PP _c	r= -0.528** y= 53.9-7.43x	r= -0.550** y= 236.2-17.1x

+ Sera denemesine ilişkin değerler üç paralel ortalamasıdır.

* % 5, düzeyinde önemli. ** %1 düzeyinde önemli

$r = -0.514$ değeriyle PP_3 ve inkolu gübrenin etkisiyle bitki kuru madde üretimindeki yüzde değişim; en yüksek düzeydeki ilişki ise $r = -0.556$ değeriyle yine PP_3 ve inkolu brenin etkisiyle bitki Zn konsantrasyonunda tanęa oranla sağlanan yüzde değişim arasında belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar, $0.02 M$ konsantrasyonundaki pyrofosfat zeltisinin ($0.02 M Na_4P_2O_7$) en azından deneme konusu toprakların bitkiye yarıyılı Zn durumlarını belirlemede sömürücü çözelti olarak kullanılabileceğini gösterir nite liktedir. Ancak pyrofosfat çözeltileriyle yapılan toprak ekstraksiyonunda berrak ve renksiz szk elde etmenin güçlüğü ve süzme işleminin uzun sürmesi, yapay kilyet yapıcı maddelere kıyasla çok daha ucuz bir madde olan pyrofosfat için bir dezavantaj sayılabılır. Özellikle kolorimetrik Zn analizlerinin yapılması söz konusu olduğu durumlarda, pyrofosfat çözeltileriyle elde edilen toprak ekstraktlarında Zn tayini, yapay kilyet yapıcı maddelerle elde edilen toprak ekstraktlarındakine kıyasla daha g olacaktır.

SUMMARY

EVALUATION OF PYROPHOSPHATE AS AN EXTRACTANT FOR PLANT AVAILABLE SOIL ZINC

Many chemical extractants based on synthetic chelating compounds have been successfully used in predicting plant available soil Zn. The objective of this study was to look into the possibility of using pyrophosphate which shows sequestering properties as an extractant for plant available soil zinc. In order to fulfill this objective, relationships between Zn extracted from 23 calcereous soils with pyrophosphate and various chelating compounds which are previously proven to be suitable for the same soils in predicting plant available soil Zn were investigated. Relationships between amounts of Zn extracted from the soils with pyrophosphate solutions and relative increments in dry matter yield and Zn concentration of the test plant (*Zea mays* var. Michiganan 202) grown in the greenhouse were also determined using linear regression and correlation analysis.

The results obtained show that Zn extracted from the soils with pyrophosphate and synthetic chelating compounds are closely interrelated. Highly significant correlation coefficients between relative yield and Zn concentrations of the test plant as a result of zinc fertilization and Zn extracted from the soils also show that pyrophosphate may be used as an extractant for plant available soil zinc at least in the soils investigated.

KAYNAKLAR

Allison, L.E. (1965). Organic carbon. In C.A. Black et. al ed. Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy. 1367-1378.

- 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 yarayışlı toprak çinko durumunun belirlenmesinde değişik kimyasal yöntemlerin karşılaştırılması. Yayın için A. Ü. Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisinde.
- Cox, F.R. and F.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 Omancılık Araştırma Grubu Tebliğ Özetleri. Toprak-Bitki Besleme Sektörünü: s. 16.
- Hoover, W. L. (1966). Retention of zinc by soil as related to mineralogy and extraction methods. Diss. Abs. 27: 3023.
- Hignett, T.P. (1969). Trends in Technology. The Fertilizer Society Proceedings No. 108.
- Jackson, M.L. (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, (1978). Development of DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 42: 421-425.
- 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. Madison, Wisconsin, USA.
- 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 soils to the results of field trials. Aust. j. Exp. Ag. Anim. Husb. 6: 170-174.
- Navrot, j. and S. Ravikovitch. (1968). Zn availability in calcareous soils. II. Relationship between available zinc and response to zinc fertilization. Soil Sci. 105: 184-189.
- Norvell, W. A. (1972). Equilibria of metal chelates in soil solution. In j.j. Mortvedt et. al. ed. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Polemio, M. and j.D. Rhoades. (1977). Determining cation exchange capacity: A new procedure for calcareous and gypsiferous soils. Soil Sci. Soc. Amer. j.

- Ravikovich, S.; M. Margolin and j. Navrot. (1968). Zinc ailability in calcereous soils. I. Comparision of chemical extraction methods for estmation of plant availabe zinc. *Soil Sci* 105: 57-61
- Shukla, U.C. (1965). Some factors affecting zinc avalability in Georgia soils. *Diss. Abs.* 26: 1852.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. (1968). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press. USA.
- 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.G. and W.L. Lindsay. (1969). EDTA Ammonium carbonate soil test for zinc. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33: 49-54.
- Van Schouwenburg. j. Ch. and I. Walinga. (1978). *Methods of analysis for plant material*. Agricultural University, Wageningen, Netherlands.
- Viets, F.G. jr., and L.C. Boawn. (1965). In C.A. Black et. al. ed. *Methods of Soil Analsis, Par t. 2. Agronomy* 9: 1090-1101. American Soc. of Agronomy, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, USA.
- johnson, j.V. and R.A. Young. (1973). Evalutaion of EDDHA as an extraction and analytical reagent for assesing the iron status of soils. *Soil Sci.* 115: 11-17.