

**BÜYÜK KONYA HAVZASI TOPRAKLARINDA BİTKİYE
ELVERİŞLİ ÇİNKO DURUMUNUN BELİRLENMESİNDE
KULLANILACAK KİMYASAL YÖNTEMLER
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

*Sait GEZGİN**

*Fethi BAYRAKLI**

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, Büyük Konya havzası topraklarının çinko durumu ve bu topraklar da bitkiye elverişli çinko miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntem veya yöntemleri tespit etmektir. Bu amaçla test bitkisi olarak mısır kullanılarak bir sera denemesi düzenlenmiş ve 6 farklı biyolojik indeks değeri belirlenmiştir. Diğer taraftan çeşitli kimyasal ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak, toprak örneklerinin çinko kapsamı tayin edilmiş ve bulunan değerler, biyolojik indeks değerleri ile istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, deneme topraklarının bitkiye elverişli Zn miktarını belirlemek için kullanılan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin önem sıralaması; 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA > 1N NH₄OAc (pH = 4.8) > 5N CH₃COOH > 0.01 N Na₂EDTA + 1N NH₄OAc > 0.01 M Na₂EDTA + 1M (NH₄)₂CO₃ > 0.01 N Na₂EDTA > 1 N NH₄OAc (pH = 3.0) şeklinde bulunmuştur. Söz konusu kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasında da yüksek korelasyon katsayıları ($r \approx 1.00$) tesbit edilmiştir. Böylece bu yedi yöntemden herhangi biri araştırma bölgesi topraklarında bitkiye elverişli çinko miktarını tesbit etmek amacıyla kullanılabilir. Ancak söz konusu yöntemlerden DTPA + CaCl₂ + TEA yöntemi, biyolojik indekslerle en yüksek korelasyon katsayıları vermesi ve bu yöntemle elde edilen toprak çözeltisinde aynı anda elverişli çinko miktarına ilaveten elverişli Fe, Mn ve Cu miktarlarının tespit edilebilmesi yönünden en uygun yöntem olarak tavsiye edilmiştir.

ABSTRACT

**AN INVESTIGATION ON THE ZINC STATUS OF THE SOILS
OF GREAT KONYA BASIN AND THE SELECTION OF THE
MOST SUITABLE METHODS FOR THE ESTIMATION OF
PLANT AVAILABLE ZINC IN THE SOILS**

The objective of this study was to find out the zinc status of the soils of great Konya basin and to select the most suitable chemical extraction method

* S.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Konya
Geliş Tarihi : 15.8.1993

or methods for determining the plant available zinc in the soils. For that purpose; a greenhouse experiment was conducted and corn was grown as a test plant. Thereby, Six different biological index values were obtained. On the other hand, available zinc status of the soils were determined by some chemical extraction methods and the results obtained by this way were compared with biological index values statistically. According to the significances of the correlation coefficients between the methods and biological index values the efficiency of thirteen Zn extractants in the assessment of available soil zinc was arranged as follow : 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA > 1N NH₄OAc (pH = 4.8) > 5N CH₃COOH > 0.01 N Na₂EDTA + 1N NH₄OAc > 0.01 M Na₂EDTA + 1M (NH₄)₂CO₃ > 0.01 N Na₂EDTA > 1 N NH₄OAc (pH = 3.0). Among those thirteen extractants it was found a highly significant correlation ($r \approx 1.00$) between the seven methods. Thereby, one of these seven methods could be proposed to determine the plant available zinc content of the soils. Since the choice of method will depend upon the correlation with plant response, equipment, facilities available and it's ability to solve the other plant available elements, such as Fe, Mn and Cu the method of DTPA + CaCl₂ + TEA was suggested as the best measure for assessing availability of zinc in these soils.

GİRİŞ

Hızla artan ülke ve dünya nüfusunun beslenmesi ve diğer ihtiyaçlarının karşılanması bakımından önemi üzerinde tartışma yapılmayacak kadar büyük olan tarımın ana amacı birim alandan daha fazla ve daha kaliteli mahsul almaktır. Bu da ancak diğer tedbirler yanında bitkilerin dengeli bir şekilde beslenmeleri ile mümkün olur. Bitkilerin dengeli bir şekilde beslenmeleri ise bitkinin ihtiyaç duyduğu bütün besin elementlerini ihtiyaç duyduğu an ve miktarda almasıyla mümkündür. Bu bakımdan, alacağımız diğer tedbirler yanında, topraklarımızın mevcut elverişli besin elementi durumlarını tesbit ederek noksan olan elementleri gübreleme yoluyla sağlamamız gerekir. Ancak ülkemizde çoğu zaman yoğun gübrelemeye rağmen ekonomik seviyede yüksek miktarda ve kalitede verim elde edilememektedir. Bunun en önemli sebeplerinden birisi; topraklara bitkilerin ana besin elementlerinden olan azot, fosfor ve potasyumun sürekli verilmesi, ancak verim ve kalite üzerinde büyük etkilere sahip olan diğer besin elementlerinin, özellikle de bu araştırmanın konusu olan Zn ve diğer mikro besin elementlerinin, ya hiç verilmemesi ya da dengesiz bir şekilde verilmesidir. Bu yanlış gübrelemenin yanında, yüksek kireç, düşük organik madde, yüksek elverişli fosfor ve yüksek pH gibi toprak özellikleri toprakta mevcut çinkonun da bitkilere elverişliliğini azaltmaktadır. Sonuçta bitki bünyesinde çeşitli enzimlerin aktivasyonunda, bir büyütme maddesi olan indol asetik asitin ve proteinlerin sentezinde ve daha birçok metabolizma olaylarında fonksiyonu olan çinkoyu bitkiler yeterli miktarda alamayarak kalite ve

verimlerinde çok önemli kayıplar meydana gelmektedir. Bu şekilde yanlış veya eksik gübrelemeden dolayı meydana gelen kalite ve verim kayıplarının önlenmesi için bütün bitki besin elementlerini içine alan bir gübreleme programı uygulanmalıdır. Böyle bir program içine alınacak çinko özel bir önem arz etmektedir. Çünkü eksik çinko kalite ve verim kaybına sebep olabildiği gibi, çinko fazlalığında toksik etki yapmak ve diğer besin elementlerinin alınmasını engellemek suretiyle verim ve kalitenin azalmasına veya bitkinin tamamen ölmesine neden olmaktadır. Bu bakımdan toprakların elverişli çinko durumlarını doğru bir şekilde tesbit etmeye yarayacak yöntem veya yöntemlerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Çünkü herhangi bir bölge topraklarında elverişli çinko miktarını belirlemek için kullanılacak ekstraksiyon yöntemleri toprak özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Nitekim ülkemizde Antalya turuncgil bölgesi topraklarında kleyt + tuz karakterli (Ahmed, 1976), Malatya bölgesi topraklarında kleyt karakterli (Aydemir, 1982) ve Trakya bölgesi topraklarında asit karakterli (Haktanır, 1984) çözeltilerin elverişli çinkoyu belirleme bakımından en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir.

Bu araştırmanın amacı, büyük bir tarımsal potansiyele sahip Büyük Konya Havzası topraklarının elverişli çinko miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntem veya yöntemlerini seçmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri, Jackson (1962) tarafından bildirilen ilkelere uyularak 0-30 cm derinlikten, Büyük Konya Havzasında geniş yayılım gösteren 7 büyük toprak grubunu temsilen alınmıştır. Toprak örneklerinde, Tekstür sınıfı, Bouyoucus (1941), pH ve toplam azot, Jackson (1962), Organik madde, Smith ve Weldon (1941), $CaCO_3$ miktarı, Hızalan ve Ünal (1966), KDK, Değişebilir Sodyum ve Elverişli Potasyum, U.S. Salinity Lab. Staff (1954), Elverişli fosfor, Bayraklı (1987) ve Elverişli demir, bakır ve mangan, Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenerek elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den de anlaşılacağı gibi, topraklar genellikle killi tın ve kumlu tın tekstüründedir. Organik madde ve toplam azot yönünden fakir olan topraklar elverişli potasyum ve kireççe zengin ve alkalın tepkimelidir. Toprakların elverişli fosfor miktarları 5, 6, 8, 10 ve 13 no'lu topraklar hariç, yeterlidir. Deneme topraklarının alkalilik ve tuzluluk problemleri yoktur. Elverişli Fe miktarı yönünden 2, 3, 6 ve 11 no'lu topraklar yeterli, diğerleri ise yetersizdir (Lindsay ve Norvell, 1978). Elverişli Cu miktarı yönünden yeterli olan (Viets ve Lindsay, 1973) topraklar kritik seviyede elverişli mangan ihtiva etmektedirler (Sillanpaa, 1982).

Araştırmada fırın kuru üzerinden 2 kg toprak konulan plastik saksılarda 4 mısır bitkisi (TTM-813 melez mısır, *Zea mays* L.) yetiştirilmiştir. Bitkilerin normal olarak gelişmelerini sağlamak amacıyla bütün saksılara ekimden önce 80 ppm P (KH_2PO_4 halinde) ve 80 ppm N (NH_4NO_3 halinde) verilmiştir. De-

Tablo 1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak No	BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI	Tekstür Sınıfı	pH	Organik Madde %	CaCO ₃ %	K.D.K. me/100 g	Toplam N %	Değişebilir Na ⁺ me/100 g	Elverişli K me/100 g	Elverişli P ppm	Elverişli (ppm)		
			1:2.5 Toprak-Su								Fe	Cu	Mn
1	Allüviyal	Killi tın	8.05	3.45	61.6	41.5	0.12	0.25	2.23	60.01	3.38	1.04	2.54
2	Kır-Kahverengi	Kumlu tın	8.34	1.30	28.1	19.0	0.09	0.15	0.76	7.48	4.55	1.57	3.15
3	Kollüviyal	Tın	8.10	4.36	32.1	30.5	0.20	0.28	1.27	156.65	10.15	7.03	3.42
4	Allüviyal	Kumlu tın	8.57	0.70	10.6	21.6	0.06	0.23	1.07	5.61	2.48	0.71	3.84
5	Kır-Kahverengi	Kumlu tın	8.39	0.80	18.4	28.1	0.08	0.07	0.86	3.55	3.19	1.09	3.86
6	Vertisol	Killi tın	8.55	1.83	26.2	19.7	0.12	0.51	0.96	4.11	18.03	2.94	3.07
7	Kahverengi	Tın	8.35	1.00	3.5	47.3	0.07	0.16	1.16	7.85	3.19	1.61	3.92
8	Regosol	Kumlu tın	8.39	0.85	29.0	16.8	0.06	0.07	0.87	3.36	2.45	0.54	3.64
9	Sierozem	Killi tın	8.30	1.51	35.5	21.3	0.09	0.17	2.08	13.65	2.98	1.85	4.48
10	Allüviyal	Killi tın	8.49	1.40	38.6	23.8	0.11	0.56	2.26	4.67	3.21	2.08	10.03
11	Allüviyal	Kumlu tın	7.93	0.98	41.3	14.6	0.08	0.21	0.21	20.95	18.70	1.63	2.83
12	Allüviyal	Kumlu tın	8.34	1.07	27.5	16.9	0.06	0.07	1.00	7.10	3.35	0.72	7.30
13	Regosol	Kum	8.50	0.42	24.8	9.6	0.04	0.08	1.00	4.49	3.00	0.46	2.18
14	Sierozem	Killi tın	8.41	1.79	42.9	22.8	0.08	0.26	2.19	12.15	3.38	1.15	12.49
15	Allüviyal	Tın	8.36	1.01	27.3	30.1	0.06	0.16	1.30	5.23	4.22	1.11	3.18
En düşük			7.93	0.42	3.5	9.6	0.04	0.07	0.21	3.36	2.45	0.46	2.18
En yüksek			8.57	4.36	61.6	47.3	0.20	0.56	2.26	156.65	18.70	7.03	12.49
ORTALAMA			8.34	1.50	29.8	24.2	0.09	0.22	1.28	21.12	5.75	1.70	4.66

nemede plana göre saksılara ekimden önce 0, 5, 10 ve 20 ppm düzeylerinde Zn düşecek şekilde $ZnCl_2$ katılmıştır. Tesadüf parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yapılan denemede 45 günlük bir gelişmeden sonra bitkiler hasat edilmiştir. Bitki örnekleri $70^{\circ}C$ 'de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

HNO_3+HClO_4 karışımı ile yaş yakılan bitki örneklerinde çinko GBC 902 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresiyle belirlenmiştir.

Deneme topraklarında bitkiye elverişli çinkonun ekstraksiyonunda kullanılan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu yöntemlerle topraktan ekstrakte edilen çinko, GBC 902 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile tesbit edilmiştir. Ayrıca toprak örneklerinin toplam çinko kapsamı Black (1965)'e göre belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sera denemesinde uygulanan farklı dozlardaki çinko için elde edilen ortalama kuru madde miktarları Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'den de görüleceği gibi, topraklara uygulanan farklı dozlardaki çinkoya bağlı olarak mısır bitkisinin kuru madde miktarları kontrole (Zn_0) kıyasla artmıştır. Zn_0 dozunda elde edilen kuru madde miktarına (11.60 gr/saksı) oranla en fazla kuru madde miktarı Zn_2 dozunda (17.82 gr/saksı) elde edilmiş olup, bunu sırayla Zn_3 (17.60 gr/saksı) ve Zn_1 (15.83 gr/saksı) dozlarında elde edilen kuru madde miktarları takip etmiştir. LSD testine göre, söz konusu bu ortalama kuru madde miktarları arasındaki farklar, Zn_2 ve Zn_3 dozlarında elde edilenler arasındaki fark hariç, istatistiki yönden önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

3 no'lu örnek hariç topraklarda Zn_1 uygulamasından itibaren artmaya başlayan kuru madde miktarı 1, 3, 10, 11, 12 ve 14 no'lu topraklarda Zn_2 dozunda; 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13 ve 15 no'lu topraklarda ise Zn_3 dozunda en yüksek değere ulaşmıştır. Ayrıca bu dozlarda çinko uygulama sonucu elde edilen en yüksek kuru madde miktarları arasındaki farklar genellikle istatistiki bakımdan ($P<0.01$) önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Bitkilerin Zn kapsamı ve topraktan kaldırdığı toplam Zn miktarları sırasıyla Tablo 4 ve 5'de verilmiştir. Tablo 4 ve 5'den de görülebileceği gibi çinko uygulamasıyla bitkinin Zn kapsamı ve topraktan kaldırdığı toplam Zn miktarları 15 toprağın ortalaması olarak Zn_0 'dan (sıra ile 7.53 ppm, 107.69 μ gr Zn/saksı) Zn_3 'e (sıra ile 23.63 ppm, 431.73 μ gr Zn/saksı) kadar doğrusal bir şekilde artmıştır. Çinko uygulamasıyla elde edilen hem Zn kapsamı ve hem de topraktan kaldırılan Zn miktarlarına ait söz konusu ortalama değerler arasındaki farklar LSD testine göre istatistiki yönden önemlidir ($P<0.01$).

Tablo 2. Deneme topraklarının elverişli çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri

Kimyasal Ekstraksiyon Çözeltisi	Toprak: Çözelti Oranı	Çalkalama Süresi	KAYNAK
0.05 N HCl	1:2	5 dak.	Ponamperuma ve ark. (1981)
0.1 N HCl	1:4	15 dak.	Wear ve Evans (1968)
0.05 N HCl+0.025 N H ₂ SO ₄	1:4	15 dak.	Wear ve Evans (1968)
5 N CH ₃ COOH	1:5	1 saat	Brown (1950)
0.01 M CaCl ₂	1:2	30 dak.	John (1972)
1N KCl pH=7.0	1:5	1 saat	Navrot ve Navikovitch (1968)
1N NH ₄ OAc pH=3.0	1:3	15 dak.	Jackson (1962)
1N NH ₄ OAc pH=4.8	1:4	30 dak.	Olson (1948)
0.005 M DTPA+0.01M CaCl ₂ +0.1 M TEA pH=7.30	1:2	2 saat	Lindsay ve Norvell (1978)
0.01N Na ₂ EDTA	1:2	30 dak.	Marinho ve Igue (1972)
0.01M Na ₂ EDTA+1M (NH ₄) ₂ CO ₃ pH=8.6	1:2	30 dak.	Trierweiler ve Lindsay (1969)
0.01N Na ₂ EDTA+1N NH ₄ OAc pH=7.0*	1:10	1 saat	Navrot ve Navikovitch (1968)

DTPA (Dietilen triamin penta asetik asit); TEA (Trietanolamin); EDTA (Etilen diamin tetra asetik asit)

*1N NH₄OAc çözeltisinin pH'sı NH₃ ile 7.0'ye ayarlanıp bu çözelti içerisinde 0.01N Na₂EDTA hazırlanmıştır.

Uygulanan farklı dozlardaki çinkonun etkisiyle her bir deneme toprağında yetiştirilen bitkinin Zn kapsamlarında ve topraktan kaldırdığı toplam Zn miktarlarında Zn₀'dan Zn₃'e kadar bazı istisnalar hariç büyük miktarda artışlar meydana gelmiş olup, bu ortalamalar arasındaki farklar genellikle LSD testine göre istatistiki olarak (P<0.01) önemli bulunmuştur (Tablo 4 ve 5).

Varyans analizi sonuçlarına göre ana varyasyon kaynakları olan deneme toprakları ve çinko dozları bitkinin kuru madde, Zn kapsamı ve topraktan kaldırdığı toplam Zn miktarı üzerine istatistiki yönden önemli düzeyde etkili olmuşlardır (P<0.001). Ayrıca çinko dozları x topraklar interaksyonu da istatistiki olarak önemlidir (P<0.001). Bu durum uygulanan farklı dozlardaki çinkonun bitkinin kuru madde, Zn₂ kapsamı ve topraktan kaldırdığı toplam Zn miktarları üzerine olan etkisinin topraktan toprağa farklı olduğuna işaret etmektedir.

Büyük Konya havzası topraklarının çinko durumlarını ve bu topraklar da

Tablo 3. Farklı dozlarda uygulanan çinko'nun serada yetiştirilen mısır bitkisinin ortalama kuru madde miktarı üzerine etkisi ve kuru madde ortalamaları arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü

Toprak No	Kuru Madde Miktarı (gr/saksı) ¹			
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂	Zn ₃
1	24.09 c ²	24.05 c	29.28 a	25.01 b
2	13.13 d	15.52 c	16.41 b	19.68 a
3	23.21 c	22.02 d	24.71 a	23.48 b c
4	12.04 d	16.58 c	17.15 b c	18.11 a
5	11.12 c	15.66 b	16.89 a	17.16 a
6	3.42 d	10.36 c	12.20 b	14.63 a
7	7.15 c	13.76 b	13.67 b	15.32 a
8	11.73 b	14.59 a	14.97 a	15.03 a
9	13.11 c	18.76 b	19.01 b	20.36 a
10	13.38 c	15.41 b	18.36 a	16.13 b
11	2.70 c	16.12 b	19.55 a	16.38 b
12	7.37 c	12.39 b	14.91 a	14.57 a
13	5.54 c	8.38 b	8.55 b	9.96 a
14	14.20 d	18.16 c	23.54 a	19.97 b
15	11.91 c	15.62 b	18.10 a	18.13 a
E. düşük	2.70	8.38	8.55	9.96
E.yüksek	24.09	24.05	29.28	25.01
ORT.	11.60 c	15.83 b	17.82 a	17.60 a

¹/Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

²/Herbir toprak içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 1 ihtimal sınırına göre önemli değildir.

bitkiye elverişli çinko miktarlarını tesbit etmek için kullanılacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntem veya yöntemlerini seçmek amacıyla biyolojik indeks değerleri olarak; çinko uygulanmayan topraklardan elde edilen bitkinin kuru madde miktarı (gr/saksı), çinko kapsamı (Zn, ppm), topraktan kaldırdığı çinko miktarı ($\mu\text{gr Zn/saksı}$) ve bu değerlerin yüzde nisbi miktarları kullanılmıştır. Söz konusu yüzde nisbi miktarlar; çinko uygulanmayan topraklarda yetiştirilen bitkinin kuru madde, çinko kapsamı ve topraktan kaldırdığı çinko miktarlarının sırasıyla Zn_2 dozunda çinko uygulanan topraklarda yetiştirilen bitkinin kuru madde, çinko kapsamı ve topraktan kaldırdığı çinko miktarları içerisindeki yüzde paylarıdır. Biyolojik indeks değerleri arasında yapılan çoklu korrelasyona göre, sadece çinko uygulanmayan topraklardaki bitkinin kuru madde miktarı ile nisbi toplam çinko kapsamı arasında istatistiki bakımdan önemsiz bir ilişki vardır. Diğer taraftan nisbi toplam çinko kapsamı ile çinko uygulanmayan topraklardaki bitkinin topraktan kaldırdığı çinko miktarı ve nisbi kuru madde miktarı arasında istatistiki bakımdan % 5 düzeyinde önemli bir ilişki bulunmuştur (sırasıyla $r = 0.524^*$, $r = 0.503^*$). Biyolojik indeksler arasındaki diğer bütün ilişkiler istatistiki bakımdan % 1 düzeyinde önemlidir. Bu istatistiki sonuçlara göre, diğer biyolojik indekslerle daha zayıf ilişkiler gösteren nisbi toplam çinko kapsamı indeksini uygun kimyasal ekstraksiyon yönteminin seçiminde kullanma açısından pek güvenilir olarak kabul etmeyebiliriz.

Büyük Konya havzası topraklarının çinko durumlarının ve bu topraklardaki elverişli çinko miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilecek en uygun kimyasal ekstraksiyon yöntemlerini tesbit etmek amacıyla bölgeden alınan toprak örneklerine 4 tanesi seyreltik asit çözeltisi, 4 tanesi tuz çözeltisi, 4 tanesi kleyt çözeltisi ve 1 tanesi de toplam çinko tayini olmak üzere 13 farklı kimyasal ekstraksiyon yöntemi uygulanmış ve elde edilen değerler Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'dan da görülebileceği gibi deneme topraklarının bitkiye elverişli çinko kapsamı uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemlerine göre oldukça büyük farklılıklar göstermiştir. Nitekim ortalama değerden oldukça daha yüksek bir değer gösteren 3 no'lu toprak hariç tutulursa, genel olarak tesbit edilen elverişli çinko miktarlarına göre kimyasal ekstraksiyon çözeltileri; kleyt çözeltileri > seyreltik asit çözeltileri > tuz çözeltileri şeklinde sıralanabilir. Bu sıralamaya ekstraksiyon çözeltilerinin cinsi, konsantrasyonu, pH'sı ve toprak özellikleri sebep olabilir. Diğer taraftan genel olarak toprak : ekstraksiyon çözeltisi oranı arttıkça tesbit edilen elverişli çinko miktarında artmaktadır.

Biyolojik indeksler ile topraklara uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasındaki istatistiki ilişkiler tesbit edilerek ilgili korrelasyon katsayıları Tablo 7'de verilmiştir. Bölge topraklarında bitkiye elverişli çinko miktarının belirlenmesinde kullanılacak en uygun kimyasal ekstraksiyon yönteminin seçiminde; a) öncelikle anılan yöntemler ile çinko uygulanmayan saksılarından yetiştirilen bitkinin kuru madde miktarı, çinko kapsamı ve topraktan kaldırdığı Zn miktarı arasındaki istatistiki ilişkilerin önemi ve önem derecesine, b) biyolojik indeks değeri olarak kullanılan yüzde nisbi kuru madde,

Tablo 4. Farklı dozlarda uygulanan çinkonun serada yetiştirilen mısır bitkisinin ortalama çinko kapsamı üzerine etkisi ve çinko kapsamı ortalamaları arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü

Toprak No	Çinko kapsamı (Zn, ppm) ^{1/}			
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂	Zn ₃
1	10.33 d ²	15.33 c	24.38 a	20.82 b
2	8.23 d	12.45 c	14.19 b	73.44 a
3	19.87 b	21.09 b	25.75 a	26.32 a
4	5.2 d	22.61 b	10.55 c	25.10 a
5	5.90 c	19.65 b	28.83 a	20.69 a
6	3.48 d	10.70 c	17.03 b	28.35 a
7	4.66 c	22.29 a	20.17 b	22.29 a
8	5.81 d	18.70 c	24.62 b	28.97 a
9	11.24 d	14.68 c	18.21 b	22.35 a
10	7.60 c	14.96 a	13.58 a	9.36 b
11	3.97 d	10.17 c	12.65 b	20.05 a
12	4.22 b	12.15 a	11.77 a	12.06 a
13	3.77 c	5.24 b	5.67 ³ b	8.21 a
14	9.11 d	14.25 c	16.40 b	20.80 a
15	9.61 d	13.87 b	11.43 c	15.62 a
E. düşük	3.48	5.24	5.67	8.21
E.yüksek	19.87	22.61	28.83	73.44
ORT.	7.53 d	15.21 c	16.97 b	23.63 a

^{1/} Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

^{2/} Herbir toprak içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 1 ihtimal sınırına göre önemli değildir.

Tablo 5. Farklı dozlarda uygulanan çunkonun sera şartlarında yetiştirilen mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı ortalama çinko miktarı üzerine etkisi ve bu değerler arasındaki farkın LSD testine göre kontrolü

Toprak No	Topraktan kaldırılan Zn miktarı (mg Zn/saksı) ^{1/}			
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂	Zn ₃
1	248.85 d ^{2/}	368.61 c	713.76 a	520.44 b
2	108.08 d	193.39 c	233.04 b	1445.60 a
3	461.05 b	464.45 b	635.97 _g a	618.00 a
4	62.70 d	375.10 b	180.95 c	454.67 a
5	65.63 d	307.80 c	486.72 a	355.04 b
6	11.87 d	110.83 c	207.85 b	414.74 a
7	33.29 c	306.82 b	275.32 b	341.52 a
8	68.31 d	272.79 c	368.83 b	435.16 a
9	147.37 d	275.50 c	346.26 b	455.26 a
10	101.67 c	230.87 a	249.28 a	151.17 b
11	10.76 d	163.93 c	247.34 b	328.68 b
12	31.10 b	150.45 a	175.28 a	175.84 a
13	20.92 b	43.94 b	48.56 ab	81.67 a
14	129.27 c	258.71 b	386.35 a	415.26 a
15	114.48 c	216.81 b	206.80 b	282.91 a
E. Düşük	10.76	4394	48.56	81.67
E.Yüksek	461.05	464.45	713.76	1445.60
ORT.	107.69 d	249.33 c	317.49 b	431.73 a

^{1/} Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır.

^{2/} Herbir toprak içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 1 ihtimal sınırına göre önemli değildir.

yüzde nisbi toplam çinko kapsamı ve topraktan kaldırılan yüzde nisbi çinko miktarı ile bu yöntemler arasındaki ilişkilerin keza istatistiki olarak önemi ve önem derecesine bakılarak karara varılmıştır. Bu temel değerlendirme yapıldıktan sonra seçilen kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin önem sıraları biyolojik indekslerle gösterdikleri korrelasyon katsayılarının büyüklüğüne göre yapılmıştır.

Tablo 7'den de görülebileceği gibi 0.05 N HCl, 0.1 N HCl, 0.05 N HCl + 0.025 N H₂SO₄ ve 0.01 N CaCl₂ yöntemleriyle biyolojik indeksler arasındaki ilişkiler istatistiki bakımdan önemli çıkmamıştır. Asit çözeltiler ile biyolojik indeksler arasındaki ilişkinin önemsiz bulunması Nelson ve ark. (1959)'nun bildirdiği gibi, bu çözeltilerin asit konsantrasyonlarının düşük olması ve yüksek miktarlarda kireç ihtiva eden deneme topraklarına uygulandıklarında mevcut asitin kireç tarafından nötralize edilmesi nedeniyle topraktaki çinkoyu çözme güçlerinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ve sadece bir biyolojik indeks ile istatistiki olarak önemli ilişki gösteren 1N KCl metodu bölge topraklarının bitkiye elverişli çinko miktarını göstermede ölçüt olamazlar. Yine Tablo 7'den görülebileceği gibi DTPA + CaCl₂ + TEA ve 1N NH₄OAc (pH = 4.8) yöntemleri 5'er, 1N NH₄OAc (pH = 3), 0.01N Na₂EDTA, Na₂EDTA + (NH₄)₂CO₃, Na₂EDTA + NH₄OAc ve 5 N CH₃COOH ekstraksiyon yöntemlerinin ise 4'er adet biyolojik indeksle istatistiki yönden önemli ilişkiler gösterdiği için söz konusu kimyasal ekstraksiyon yöntemleriyle belirlenen çinko miktarı bölge topraklarında bitkiye elverişli çinkoyu temsil etmektedir. Ayrıca elverişli Zn miktarını belirlemek için bu topraklara uygulanabilecek kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin önem sıralaması, istatistiki yönden önemli ilişki gösterdikleri biyolojik indeks sayısı ve yöntemler ile biyolojik indeksler arasındaki korrelasyon katsayılarının büyüklüğü ve önem derecesine göre; 0.005 M DTPA + 0.01 M CaCl₂ + 0.1 M TEA > 1N NH₄OAc (pH=4.8) 5N CH₃COOH > 0.01 N Na₂EDTA + 1N NH₄OAc > 0.01M Na₂EDTA + 1M (NH₄)₂CO₃ > 0.01N Na₂EDTA > 1N NH₄OAc (pH = 3) şeklinde tesbit edilmiştir. Diğer taraftan bu kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasında da yüksek korrelasyon katsayıları (r≅ 1.00) bulunmuştur. Buna göre, sözkonusu 7 kimyasal ekstraksiyon yönteminden herhangi biri araştırma bölgesi topraklarında bitkiye elverişli çinko miktarını tesbit etmek amacıyla kullanılabilir. Benzer olarak yapılan değişik araştırmalar sonucunda toprakların bitkiye elverişli Zn miktarını belirlemek için DTPA + CaCl₂ + TEA (Aydemir, 1982; Lindsay ve Norvell, 1978; Viets ve Lindsay, 1973; Brown ve ark., 1971; Shing ve Takkar, 1981; Joshi ve ark., 1983; Awad ve ark., 1985; Shang ve E Bates, 1987; Bansal ve Sekhon, 1989; Jahuriddin ve Cresser, 1990; Mahler ve ark., 1981); NH₄OAc pH = 4.8 (John, 1974; Gangwar ve Chandra, 1975); 5NCH₃COOH (Brown, 1950); Na₂EDTA + NH₄OAc (Navrot ve Navikovitch, 1968); Na₂EDTA +

Tablo 6. Deneme topraklarında çeşitli kimyasal ekstraksiyon çözeltilerinde çözünen çinko miktarları

Toprak No	Toprakta çinko miktarı ppm ¹												Toplam Çinko
	0.05N HCl	0.1 N HCl	0.05N HCl+H ₂ SO ₄	5 N CH ₃ COOH	0.01 M CaCl ₂	1 N KCl	1N NH ₄ OAc pH=3	1N NH ₄ OAc pH=4.8	DTPA+CaCl ₂ TEA	0.01 N Na ₂ EDTA	0.01 M Na ₂ EDTA+ 1M (NH ₄) ₂ CO ₃	0.01N Na ₂ EDTA+ 1N NH ₄ OAc	
1	0.034	0.04	0.082	1.02	0.03	0.11	0.02	0.21	0.66	0.13	0.19	0.37	19.85
2	0.065	0.38	0.100	0.06	0.05	0.01	0.02	0.27	0.38	0.12	0.13	0.22	34.96
3	0.030	0.09	0.109	27.11	0.04	0.13	3.54	3.02	10.46	3.41	6.36	14.22	83.49
4	0.180	0.25	0.096	0.21	0.02	0.03	0.02	0.10	0.74	0.16	0.21	0.24	34.43
5	0.058	0.19	0.082	0.31	0.05	0.12	0.05	0.47	0.28	0.09	0.15	0.22	34.52
6	0.035	0.06	0.084	0.27	0.04	0.11	0.01	0.12	0.28	0.13	0.13	0.18	36.45
7	0.138	0.35	0.125	0.02	0.08	0.05	0.01	0.02	0.37	0.10	0.07	0.20	39.66
8	0.046	0.02	0.074	0.45	0.04	0.04	0.03	0.13	0.35	0.06	0.03	0.16	25.03
9	0.029	0.12	0.079	0.68	0.02	0.02	0.06	0.15	0.39	0.11	0.12	0.39	39.13
10	0.024	0.08	0.065	0.66	0.04	0.04	0.01	0.11	0.44	0.10	0.10	0.35	43.39
11	0.057	0.12	0.063	0.57	0.02	0.01	0.02	0.15	0.20	0.08	0.08	0.15	27.14
12	0.023	0.06	0.062	0.40	0.05	0.01	0.01	0.08	0.35	0.10	0.07	0.29	26.06
13	0.034	0.42	0.077	0.78	0.04	0.01	0.02	0.16	0.32	0.09	0.06	0.27	32.64
14	0.052	0.08	0.063	0.62	0.09	0.01	0.01	0.12	0.44	0.11	0.12	0.40	36.54
15	0.018	0.12	0.067	0.35	0.06	0.01	0.01	0.14	0.25	0.11	0.09	0.33	38.63
E. düs.	0.018	0.02	0.062	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.20	0.06	0.03	0.15	19.85
E. yük.	0.180	0.42	0.125	27.11	0.09	0.13	3.54	3.02	10.46	3.41	6.36	14.22	83.49
ORT.	0.055	0.16	0.082	2.23	0.045	0.047	0.256	0.35	1.06	0.33	0.53	1.20	36.79

1 Değerler 4 tekrerrün ortalamasıdır

Tablo 7. Deneme topraklarına uygulanan çeşitli kimyasal ekstraksiyon yöntemleri ile biyolojik indeksler arasındaki lineer korelasyon katsayıları (r)

Biyolojik İndeksler Kimyasal Ekstraksiyon Metodları	Çinko uygulanmayan saksılarda yetiştirilen bitkilerde			Zn ₀ /Zn ₂ x100, %		
	Kuru Madde Miktarı	Çinko Kapsamı	Topraktan Kaldırılan Çinko Mik.	Nispi Kurumadde Miktarı	Nispi Toplam Çinko Kapsamı	Topraktan Kaldırılan Nispi Top. Zn Miktarı
0.05 N HCl	-0.144	-0.30	-0.25	-0.05	-0.28	-0.24
0.01 HCl	-0.287	-0.27	-0.28	0.06	0.15	0.10
0.05 N HCl +0.025N H ₂ SO ₄	0.209	0.25	0.30	0.30	-0.05	0.15
5N CH ₃ COOH	0.536*	0.81**	0.85**	0.42	0.40	0.59*
0.01M CaCl ₂	-0.034	-0.02	-0.07	0.01	-0.00	-0.03
1N KCl	0.423	0.37	0.50*	0.22	-0.28	-0.01
1N NH ₄ OAc pH=3	0.525*	0.80**	0.84**	0.42	0.39	0.58*
1N NH ₄ OAc pH=4.8	0.546*	0.81**	0.85**	0.44*	0.38	0.58*
DTPA+CaCl ₂ +TEA	0.553*	0.81**	0.85**	0.44*	0.40	0.59*
0.01N Na ₂ EDTA	0.530*	0.80**	0.84**	0.41	0.40	0.59*
Na ₂ EDTA+(NH ₄) ₂ CO ₃	0.536*	0.81**	0.85**	0.42	0.40	0.58*
Na ₂ EDTA+NH ₄ OAc	0.535*	0.81**	0.85**	0.42	0.41	0.59*
Toplam Çinko	0.394	0.75**	0.71**	0.37	0.49*	0.63**

* P < 0.05

** P < 0.01

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (Ahmed, 1976; Aydemir, 1982; Trierweiler ve Lindsay, 1969); Na_2EDTA (Marinho ve Igue, 1972; Brown ve ark., 1971; Awad ve ark., 1985) ve NH_4OAc pH = 3 (Jackson, 1962) ekstraksiyon yöntemlerinin en uygun olduğu belirtilmiştir.

Ayrıca bölge topraklarının toplam Zn yöntemleriyle belirlenen toplam Zn miktarları (Tablo 6) ile biyolojik indekslerden 4 tanesi (Tablo 7) ve bölge topraklarında elverişli çinkoyu belirlemek için kullanılabilceği belirtilen kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasında istatistiki yönden önemli ilişkiler bulunduğundan, toprakların toplam Zn miktarları da bitkiye elverişli Zn'yi temsil edebilir.

Sonuç olarak, bölge topraklarının bitkiye elverişli çinko miktarını belirlemek için söz konusu kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinden $\text{DTPA} + \text{CaCl}_2 + \text{TEA}$ metodu, biyolojik indekslerle en yüksek korrelasyon katsayıları vermesi ve bu yöntemle elde edilen toprak çözeltilisinde aynı anda elverişli çinko miktarına ilaveten Jahiruddin ve Cresser (1990)'inde bildirdiği gibi, elverişli Fe, Mn ve Cu miktarlarının tesbit edilebilmesi yönünden en uygun yöntem olarak tavsiye edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, F., 1976. Relationship Between Plant-Extractable Zinc Soil Zinc In Calcareous Soils In Turkey. *Geoderma* 16 (1): 71-75.
- Aydemir, O., 1982. Bitkiye Yararışlı Toprak Çinko Durumunun Belirlenmesinde Değişik Kimyasal Yöntemlerin Karşılaştırılması. *Doğa Bilim Dergisi Vet. Hay. Tar. Orm.*, Cilt : 6. 103-111.
- Awad, F., Fuda, S., Arafat, S.W., 1985. Zinc ve Copper in Some Soils in Some Soils of Egypt as Related to Other Soil Properties. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 148.225-232.
- Bansal, R.L., Sekhon, G.S., 1989. Evaluation of Analytical Methods for Monitoring teh Response of Wheat to Zn on Alluvium Derived Soils of S.E. Panjab, India. *Soils and Fertilizers*. Vol : 52, No : 12.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri (Çeviri ve Derleme). 19 Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No : 17, Samsun.
- Black, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties Amer. Society of Agronomy Inc. Publisher Madison. Wisconsin. USA.
- Bouyoucus, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron. J.* 43 : 434-438.
- Brown, A.L., 1950. Zinc Relationships In Aiken Clay Boam. *Soil Sci.* 69, 349-358.

- Brown, A.L., Quick, J., Eddings, J.L., 1971. A Comparison of Analytical Methods for Soil Zinc. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Vol 35, 105-107.
- Gangwar, M.S., Chandra, S.K., 1975. Estimation of Critical Limit of Zinc in Rice Soils, *Comm. In Soil Sci. and Plant Analy.*, 6 (6), 641-654.
- Haktanır, F., 1984. Trakya Bölgesi Topraklarının Çinko Durumu ve Bu Toprakların Yarayışlı Çinko Kapsamının Belirlenmesinde Kullanılacak Yöntemler. A.E.K. Ank. Nük. Arşt. ve Eğit. Merk. Md. Bilimsel Araştırma ve İnc. 26. Nükleer Tar. Bl. 6.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları : 278, Yard. Ders Kitabı : 97. Ankara.
- Jackson, M.L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. 183. New York.
- Jahuriddin, M., Cresser, M.S., 1990. Chemical Methods for Assessing Available Zinc in Soil. *Soils and Fertilizers*. Vol : 53, No : 2.
- John, M.K., 1972. Influence of Soil Properties and Extractable Zinc on Zinc Availability. *Soil Sci*. Vol. 113, No : 3, 222-227.
- John, M.K., 1974. Extractable and Plant Available Zinc in Horizons of Several Fraser River Alluvial Soils. *Canadian Jour. Soil. Sci.* 54 (2): 125-132.
- Joshi, D.C., Dhir, R.P., Grupta, B.S., 1983. Influence of Soil Parameters on DTPA Extractable Micronutrients in Arid Soils. *Plant and Soil*. 72: 31-38.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 42 : 421-428.
- Mahler, R.L., Mcdole, R.E., Leggett, G.E., 1981. Essential Plant Micronutrients : Zinc in Idaho, Idaho Agric Exp., Stn. Current Information Series 617. Moscow, Idaho.
- Marinho, M.L., Igue, K., 1972. Factors Affecting Zinc Absorption by Corn From Volcanic Ash Soils. *Agron. Jour.* 64. 3-8.
- Navrot, J., Navikovitch, S., 1968. Zinc Availability In Calcereous Soils : II. Relation Between Available Zinc and Response to Zinc Fertilization. *Soil Sci*. Vol : 105 No : 3, 184-189.
- Nelson, J. L., Boawn, L.C., Viets, F.G.Jr., 1959. A Method for Assessing Zinc Status of Soils Using Acid Extractable Zinc and "Titratable Alkalinity" values. *Soil Sci*. Vol. 88, 275-283.
- Olson, R.V., 1948. Iron Solubility in Soils as Affected by pH and Free Iron Oxide Contents. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 12 : 153-157.
- Ponamperuma, F.N., Cayton, M.T., Lantin, R.S., 1981. Dilute Hydrochloric Acid as an Extractant for Available Zinc, Copper and Boron In Rice

- Soils. Plant and Soil 61, 297-310.
- Shang C., E Bates, T., 1987. Comparison of Zinc Soil Tests Adjusted for Soil and Fertilizer Phosphorus Fertilizer Research 11: 209-220.
- Sillanpaa, M., 1982. Micronutrients and the Nutrient Status of Soils : A Global Study. FAO Soils Bull. 48, Rome.
- Shing, H. G., Takkar, P.N., 1981. Evaluation of Efficient Soil Test Methods for Zn and Their Critical Values in Salt Affected Soil for Rice. Commn. In Soil Sci. Plant Analy., 12 (4). 383-406.
- Smith, H.W., Weldon, M.D., 1941. A Comparison of Some Methods for the Determination of Soil Organic Matter. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 5: 177-182.
- Trierweiler, J.F., Lindsay, W.L., 1969. EDTA-Ammonium Carbonate Soil Test for Zinc. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33: 49-54.
- U.S. Salinity Lab. Staff., 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. Aricural Handbook, No : 60, U.S.D.A.
- Viets, F.G., Lindsay, W.L. 1973. Testing Soil for Zinc, Copper, Manganese, and Iron. In Soil Testing and Plant Analysis. L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds). Soil Sci. Amer. Maclison, Wis., pp. 153-172.
- Wear, J.I., Evans, C.E., 1968. Relationship of Zinc Uptake by Corn and Sorghum to Soil Zinc Measured by Three Extractants. Soil Sci. Amer. Proc. 32 : 543-546.