

## II. ARAŞTIRMALAR



# BİTKİYE YARAYIŞLI TOPRAK DEMİRİNİN BELİRLENMESİNDE DEĞİŞİK KİMYASAL SÖMÜRME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Orhan Aydemir (1)

## Ö Z E T

*Bu araştırmada bitkiye yarayışlı toprak demirinin belirlenmesinde, toplam toprak demiri dahil 6 kimyasal sömürme yönteminin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Toplam toprak demiri dışında JY, LN, RN, ET ve PY ile simgelenen yöntemlerde sömürücü çözeltiler, sırasıyla 0.1 M NaNO<sub>3</sub> içinde hazırlanmış 0.001 M EDDHA; 0.005 M DTPA + 0.1 M TEA + 0.01 M CaCl<sub>2</sub>; 1 N Na<sub>2</sub>-EDTA + 0.05 M TEA ve 0.02 M Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> olarak alınmıştır. Yukarıda değinilen amaca ulaşabilmek için, kireç yönünden varsül 23 toprak örneğinden, seçilen sömürücülerle ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları ile aynı toprak örneklerinde serada yetiştirilen soya fasülyesi (Glycine max. var. T-203) bitkisinde demirli gübrenin etkisiyle kurumu madde üretimi ve Fe konsantrasyonunda sağlanan oransal artışlar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.*

*Elde edilen bulgular, araştırma konusu topraklarda bitkiye yarayışlı toprak demirini belirlemede, kimyasal sömürme yöntemlerinden JY, LN ve RN'nin birbirlerine yakın ve iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Bu üç yöntem arasında bir seçim yapmak gerekirse, toprakların Fe durumu yanında Cu, Zn ve Mn durumlarının belirlenmesine de olanak sağlaması nedeniyle yöntem LN'nin tercih edilmesi gerekir.*

*Aralarında toplam toprak demirinin de bulunduğu öteki üç kimyasal yöntemin deneme konusu toprakların bitkiye yarayışlı demir durumlarını belirleme yönünden iyi sonuç vermediği saptanmıştır.*

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi.

## 1. GİRİŞ

Yer kabuğunun en yaygın elementlerinden biri olmasına ve topraklardaki toplam miktarının yüksek düzeylere ulaşmasına karşın, toprak demirinin bitkilere yararlılığı çok sayıda etken tarafından etkilenmekte ve bu nedenle de tarım topraklarında, noksanlığına çok sık rastlanmaktadır. Genel olarak bitkilerde demir noksanlığına katkıda bulunan etkenleri Lucas ve Knezek (1972) düşük toprak demiri, serbest  $\text{CaCO}_3$ , yüksek  $\text{HCO}_3^-$  nem ekstremleri, ağır metallerin yüksek düzeylerde bulunması, yüksek toprak fosforu, kötü havalanma veya toprak havasında  $\text{CO}_2$  düzeyinin yüksekliği, sıcaklık ekstremleri, alkalın toprakların fazla miktarlarda ahır gübresi ile gübrenmesi, asit topraklarda düşük organik madde, aşırı toprak asitliği, genetik farklılıklar ve kök zararlanması başlıkları altında özetlemektedirler.

Bitkiye yararlı toprak demirinin belirlenmesinde çok sayıda toprak testi yöntemi geliştirilmiş, ancak bunlardan hiçbiri geniş bir kullanım alanı bulamamış veya standard yöntem olarak kabul görmemiştir (Olson, 1965).

Bitkiye yararlı toprak demir durumunu belirlemek amacıyla, Fe-sömürücüsü olarak Thorne ve Wallace (1944) pH'sı 5.0 ve 7.0'e ayarlanmış 1 N  $\text{NH}_4$ -asetat + % 0.2 hidrokinon; Olson ve Carlson (1950), pH'sı 4.8'e ayarlanmış 1 N  $\text{NH}_4 \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ; Wallace ve çalışma arkadaşları (1955), pH'ı 7.2'ye ayarlanmış 1 N  $\text{NH}_4$ -asetat, 1 N  $\text{NH}_4$ -asetat içinde hazırlanmış % 1'lik EDTA ve CDTA (sikloheksan 1,2 - diaminotetraasetik asit); Bradley ve Smittle (1965) pH'sı 4.8'e ayarlanmış asetik asit + Na-asetat, EDTA, EDDHA, 0.1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ ; Follett ve Lindsay (1971) 0.005 M DTPA; Johnson ve Young (1973), 0.1 M  $\text{NaNO}_3$  için de hazırlanmış 0.001 M EDDHA; Lindsay ve Norvell (1978) pH'sı 7.3'e ayarlanmış 0.005 M DTPA, 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  ve 0.1 M triethanolamin karışımını kullanmışlardır. Yukarıda sözü edilen araştırma sonuçları, tarım topraklarında Fe noksanlıklarının belirlenmesinde en azından asetat, EDDHA ve DTPA gibi sömürücülerin başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, toprak demirinin bitkilere yararlılığı, kimyasal bir sömürücü ile topraktan ekstrakte edilebilir. Fe miktarı yanında, yukarıda değinilen çok sayıda faktöre de bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle, Fe toprak testlerinden elde edilen sonuçların güvenilirliği, adı geçen öteki faktörlerin etkileri ile birlikte yorumlandığı takdirde daha da artacaktır.

Burada rapor edilen araştırmanın amacı, toprakta bitkiye yararlı demir durumunun belirlenmesi amacıyla geliştirilen değişik kimyasal sömürücülerini, elverişli toprak demirini belirleme yetenekleri açısından karşılaştırmaktır. Bu amaca ulaşılmasında, kireç kapsamının yüksekliği nedeniyle, kirecin yol açtığı Fe noksanlığı olasılığı yüksek topraklar seçilmiş ve bu topraklardan değişik kimyasal sömürücülerle ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları ile aynı topraklarda yetiştirilen demire duyarlı deneme bitkisinde demirli gübrenin etkisiyle sağlanan kurumadde artışı ve bitkinin Fe konsantrasyonundaki değişim ilişkileri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma çalışmasında, toprakların bazı mikrobesin elementleri (Fe, Cu, Zn, Mn) durumlarıyla ilgili bir çalışmada kullanılmak üzere Malatya ili tarım topraklarından alınan 23 yüzey toprak örneğinden yararlanılmıştır. Laboratuvar analizleri için hazırlanan toprak örneklerinde pH, 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış süspansiyonda cam elektrodlu Beckman Zeromatic SS-3 pH- metresiyle potansiyometrik olarak (Jackson, 1958); kalsiyum karbonat, Scheibler kalsimetresi ile (Allison ve Moodie, 1965); organik madde, Walkley-Black yöntemine göre (Allison, 1965); kation değişim kapasitesi, sodyumla doyurma yöntemine göre (Chapman, 1965) tarafından önerilen yöntemlere göre belirlenmiştir.

Araştırma konusu toprakların bitkiye yarayışlı Fe durumlarının saptanabilmesi amacıyla, demir noksanlığına duyarlı bir soya fasülyesi çeşidi olarak bildirilen (Aktaş, 1978) *Glycine max.* var. T-203 çeşidinin gösterge bitki olarak kullanıldığı 3 tekerürlü bir sera denemesi yürütülmüştür. Çifte damıtılmış su ile yıkanan soya fasülyesi tohumları, içinde saf su bulunan ve üzerine saf su ile temesta olacak şekilde gerilen plastik elek teli üzerinde karanlıkta çimlendirilmiştir. Bir haftalık çimlenme döneminden sonra, eş gelişme gösteren fideler deneme saksılarına alınmıştır.

Sera denemesi, içine 4 mm'lik elekten geçirilmiş 2 kg tam kuru toprak içeren plastik saksılarda gerçekleştirilmiştir. Saksılara konulmadan önce topraklara 100 ppm N  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 100 ppm P  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  biçiminde ve çözelti içinde verilmiştir. Ayrıca saksılara demir, Fe-EDDHA biçiminde, (a)  $\text{Fe}_0 =$  tanık ve (b)  $\text{Fe}_1 = 20$  ppm Fe olmak üzere iki düzeyde uygulanmıştır.

Bitkiler saksılara aktarıldıktan sonra deneme 4 hafta devam etmiş ve bu süre içinde saksılar hergün tartularak saksılardaki su düzeyi saf su ile tarla kapasitesinde tutulmuştur. Denemenin bitiminde bitkiler toprak düzeyinden kesilerek hasat edilmiş ve kağıt torbalarda  $65^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığına kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitkiler tartılıp ağırlıkları saptandıktan sonra, porselen havanda dövülerek demir analizi için polietilen torbalarda saklanmıştır.

### 2.2 Kimyasal Çözücülerle Toprakta Fe Sömürme yöntemleri

Yöntem JY: Johnson ve Young (1973) tarafından önerilen yöntem göre 10 g toprak, 0.1 M  $\text{NaNO}_3$  içinde hazırlanmış 100 ml. 0.001 M EDDHA [Etilendiamin-N, N'-bis (0-hidroksifenil asetik asit)] çözeltisi ile 10 dakika çalkalanmış ve oda sıcaklığında 18 saatlik bekletmenin son 10 dakikasında yeniden çalkalanan karışım, Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzülerek süzükte Fe tayini yapılmıştır.

Yöntem LN: 10 g toprak, Lindsay ve Norvell (1978) tarafından önerilen pH'si 7.3'e ayarlanmış 20 ml 0.005 M DPTA (Dietilentriamin pentaasetik asit) + 0.1 M TEA (Triethanolamin) + 0.01 M  $\text{CaCl}_2$  karışımı ile 2 saat çalkalanmış ve sö-

mürme işleminden sonra Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzölmüştür. Elde edilen süzökte Fe tayini yapılmıştır.

Yöntem RN: Ekstraktisoyon çözeltisi, Navrot ve Ravikovtich (1968) tarafından kireçli topraklarda bitkiye yarayışlı Zn durumunu belirlemek amacıyla geliştirilen 1 N  $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{C}_2$  içinde hazırlanmış ve pH'sı 7.0'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 süzölerek elde edilen süzökte Fe tayini yapılmıştır.

Yöntem ET: 5 g toprak, pH'sı HCl ile 7.1'e ayarlanmış 50 ml 0.05 M  $\text{Na}_2\text{-EDTA}$  (Etilendiamin tetrasetik-asidin di sodyum tuzu) + 0.05 M TEA karışımı ile 2 saat çalkalandıktan sonra, Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzölmüş ve elde edilen süzökte Fe tayini yapılmıştır.

Yöntem PY: 5 g toprak, pH'sı HCl ile 7.0'ye ayarlanmış 0.02 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (Tetra sodyum pyrofosfat) ile 2 saat çalkalanıp 1500 rpm düzeyinde 5 dakika santrifüj edildikten sonra, Whatman No. 42 süzgeç kağıdından süzölmüş ve süzökte Fe tayini yapılmıştır.

### 2.3. Bitki Örnekleri ve Toprak Ekstraktlarında Fe Tayini

Kurutulmuş ve porselen havanda dövölmüş bitki örneklerinden 1'er g alınarak yoğun  $\text{HNO}_3$  ile ön yakma işleminden sonra, 10:1:4 oranında  $\text{HNO}_3$ :  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{HClO}_4$  (Ternary asit) karışımı ile ıslak yakma işlemi (jackson, 1958) ile çözeltiye alınan Fe, Perkin-Elmer Model 360 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde uygun demir standartlarıyla karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Trierweiler ve Lindsay (1969) tarafından önerilen yönteme göre çözeltiye alınan toplam toprak demiri ve kimyasal sömürücülerle çözeltiye geçen Fe konsantrasyonları da yine Perkin-Elmer Model 360 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde, uygun Fe standartları ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

### 2.4. İstatistikler Analizler

Deneme verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Snedecor ve Cochran'dan (1967) yararlanılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede kullanılan toprakların laboratuvarında tayin edilen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizgele 1'de sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de göröleceğı gibi, toprak örneklerinin pH düzeyleri 8-22-8.70; kireç kapsamları % 0.5-57.9; organik madde kapsamları % 0.85-4.49; katyon değışim kapasiteleri (KDK) 100 gram toprakta me olarak 2.7-39.5 ve toplam Fe içerikleri % 1.56-5.94 sınır

değerleri arasında değişmektedir. Çizelgedeki en ilgi çekici nokta, 10, 20, 22 ve 23 numaralı örnekler dışındaki tüm örneklerin  $\text{CaCO}_3$  kapsanları % 20 düzeyinin üstünde oluşudur. Bu da, araştırma konusu topraklarda kirecin yol açtığı Fe-noksanlığı olasılığını artırmaktadır. Ayrıca bölgede yetiştirilen meyva ağaçlarında ve özellikle kirazda görülen şiddetli kloroz belirtilerinin yöre çiftçisi tarafından bazı demir kilyetlerinin toprağa ve püskürtme yoluyla yaprağa çözelti biçiminde uygulanmasıyla düzeltilmesi de, bölge topraklarında Fe noksanlığı sorununu kuvvetlendirmekte ve yukardaki yargıyı desteklemektedir.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (x)

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil samples

Toprak No.	pH	$\text{CaCO}_3$ %	Org. M. %	KDK me/100 g	Toplam Fe %
1	8.52	46.1	2.39	39.5	1.94
2	8.43	45.7	2.44	34.9	2.06
3	8.22	47.9	4.25	26.3	2.38
4	8.40	57.9	1.25	29.9	1.56
5	8.30	41.4	4.49	33.7	2.44
6	8.52	50.0	1.24	25.5	2.19
7	8.48	43.4	2.50	34.4	2.53
8	8.53	34.8	1.17	34.9	3.06
9	8.40	33.7	1.92	33.5	3.31
10	8.43	6.2	2.09	30.5	4.69
11	8.40	46.1	2.74	23.3	2.50
12	8.52	57.2	1.70	20.8	2.63
13	8.50	49.0	1.51	25.6	2.81
14	8.70	26.1	0.90	29.2	4.31
15	8.43	21.8	2.71	18.4	2.88
16	8.40	35.8	2.35	23.8	3.25
17	8.60	47.7	2.25	16.4	2.19
18	8.42	49.2	3.34	13.6	2.50
19	8.45	51.3	2.38	15.7	2.88
20	8.53	0.5	1.12	20.1	5.94
21	8.55	24.9	2.57	13.9	3.75
22	8.50	2.7	1.22	2.7	4.06
23	8.58	8.3	0.85	6.2	5.44
Ortalama	8.47	35.99	2.15	24.04	3.10
En düşük	8.30	0.5	0.85	2.7	1.56
En yüksek	8.70	57.9	4.25	39.5	5.94

(x) Çizelgedeki değerler iki paralel ortalamasıdır.

Değişik kinyasal sömürücülerle toprak örneklerinden ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları çizelge 2'de sergilenmiştir. Çizelgede 23 toprak için verilen ortalama Fe değerlerine göre, ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları açısından kimyasal yöntemler, PY > NR > ET > jY > LN sırasına uygun bir diziliş göstermektedir. Yöntem PY ile en fazla Fe 1188 ppm değeriyle 6, en az Fe 115 ppm değeriyle 21 numaralı örnekten; yöntem ET ile en fazla Fe 53.3 ppm değeriyle 10, en az Fe 14.5 ppm değeriyle 21 numaralı örnekten; yöntem ET ile en fazla Fe 45.5 ppm değeriyle 20, en az Fe 9.5 ppm değeriyle 4 numaralı örnekten; yöntem jY ile en fazla Fe 38.7 ppm değeriyle 10, en az Fe 9.8 ppm değeriyle 21 numaralı örnekten; ve yöntem LN ile en yüksek Fe 16.55 ppm değeriyle 10 en düşük Fe ise 3.85 ppm değeriyle 17 numaralı örnekten sömürülmüştür.

Deneme topraklarına uygulanan kimyasal Fe sömürme yöntemlerinin kendi aralarındaki ilişkileri saptamak amacıyla korelasyon analizleri yapılmış, korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak önemli olduğu durumlarda doğrusal regresyon eşitlikleri de verilmiştir. Bulunan bu doğrusal ilişkilere ait korelasyon katsayıları ve regresyon eşitlikleri çizelge 3'te sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi yöntem NR, yöntem jY ve LN ile % 0.1 olasılık düzeyinde önemli pozitif, yöntem ET ile % 1 olasılık düzeyinde önemli pozitif, yöntem PY ve toplam-Fe ile istatistiksel olarak önemsiz ilişkiler vermiştir. Yöntem jY ile LN, ET ve PY arasında sırasıyla % 0.1 ve % 1 olasılık düzeylerinde önemli pozitif ilişkiler bulunmuş; toplam Fe ile arasındaki ilişki ise istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Yöntem LN ile ET ve PY arasında sırasıyla % 1 ve % 5 olasılık düzeylerinde pozitif ilişkiler saptanmış; aynı yöntemin toplam toprak demiri ile arasındaki ilişki ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yöntem ET ile PY arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yöntem ET ile PY arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmamış aynı yönmin toplam toprak demiri ile arasındaki ilişki ise % 1 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır.

Soya fasülyesi ile serada gerçekleştirilen saksı denemesinde demir gübresi uygulanan ve uygulanmayan işlemlerde elde edilen bitki kuru ağırlıkları ve bitki Fe konsantrasyonları; bitki kuru maddesi ve Fe konsantrasyonunda demir gübresinin etkisiyle ortaya çıkan oransal veya yüzde artışlar çizelge 4'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, demir gübresinin bitki kuru maddesi artışına en az etkisi % 4.7'lik negatif bir değerli 10 numaralı toprakta en yüksek artış ise % 99.4'lük bir değerle 17 numaralı toprakta görülmüştür. En düşük düzeyde Fe konsantrasyonu artışı % 2.2 değeriyle 10 numaralı toprakta, en yüksek düzeyde Fe konsantrasyonu artışı ise % 57 değeriyle 21 numaralı toprakta ortaya çıkmıştır.

Demir gübresinin etkisiyle kanıt işlemine kıyasla bitki kuru ağırlığı ve bitki Fe konsantrasyonunda ortaya çıkan oransal veya yüzde artışların, kimyasal sömürücülerle topraktan ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları arasındaki ilişkiler, doğrusal korelasyon ve regresyon anaizleri ile saptanmış ve sonuçları çizelge 5'de



Çizelge 2. Değişik kimyasal çözücülerle deneme topraklarından ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları (x)

Table 2. Iron extracted from the soils with various chemical extractants.

Top. No.	Sömürme yöntemi					Top. No.	Sömürme yöntemi													
	jY	LN	NR	ET	PY		jY	LN	NR	ET	PY									
	Fe (ppm)										F (ppm)									
1	14.5	5.99	21.3	16.7	398	13	10.4	4.88	17.2	10.5	738									
2	15.7	6.54	22.5	13.7	474	14	10.0	4.32	15.3	17.8	513									
3	25.2	9.03	36.0	18.8	406	15	14.0	5.01	19.6	17.0	711									
4	15.8	6.12	20.2	9.5	550	16	12.6	4.50	17.4	13.4	456									
5	30.4	11.87	45.4	28.3	719	17	11.9	3.85	15.9	15.6	800									
6	16.7	6.98	22.0	17.1	1188	18	11.3	4.32	16.6	13.5	243									
7	13.0	6.20	21.0	18.3	216	19	13.3	5.58	20.3	20.5	584									
8	15.3	7.08	24.1	15.2	416	20	15.8	7.40	25.8	45.5	578									
9	17.1	7.47	25.0	14.2	825	21	9.8	3.88	14.5	10.3	115									
10	38.2	16.55	53.3	42.7	1045	22	10.8	4.38	15.0	27.8	560									
11	17.2	7.87	26.9	18.3	565	23	13.6	5.20	17.6	14.5	375									
12	15.0	7.20	22.0	15.7	773															
ORTALAMA																				
En düşük																				
En Yüksek																				
15.98 6.62 23.3 19.0 576																				
9.8 3.85 14.5 9.5 115																				
38.2 16.55 53.3 45.5 1188																				

(x) Çizelgedeki değerler iki paralel ortalamasıdır.

Çizelge 3. Deneme topraklarına uygulanan kimyasal ekstraksiyon yöntemleri arasındaki ilişkiler (x)

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

Fe sömürme yöntemi	NR	jY	LN	ET	PY	Toplam Fe
NR	—	$r = 0.99^{xxx}$ $y = 0.69 - 0.13X$	$r = 0.98^{xxx}$ $y = 0.29X - 0.16$	$r = 0.62^{xx}$ $y = 5.26 + 0.59X$	$r = 0.40$	$r = 0.07$
jY	—	—	$r = 0.97^{xx}$ $y = 0.02 + 0.41X$	$r = 0.58^{xx}$ $y = 6.35 + 0.79X$	$r = 0.44^x$ $y = 311.8 + 16.5X$	$r = 0.19$
LN	—	—	—	$r = 0.64^{xx}$ $y = 5.59 + 2.03X$	$r = 0.46^x$ $y = 305.8 + 40.8X$	$r = 0.12$
ET	—	—	—	—	$r = 0.32$	$r = 0.58^{xx}$ $y = 1.76 + 0.071X$
PY	—	—	—	—	—	$r = 0.03$
Toplam Fe	—	—	—	—	—	—

xxx % 0.1 olasılık düzeyinde önemli

xx % 1 olasılık düzeyinde önemli

x % 5 olasılık düzeyinde önemli

Çizelge 4. Demir gübresinin bitki kuru ağırlığı ve Fe kapsamına etkisi (x)

Table 4. Effect of iron fertilizer on dry matter yield and Fe concentration of the test plant :

Toprak No.	Bitki kuru ağırlığı (g)		Kontrola göre kuru ağırlık artışı (%)	Bitki Fe kapsamı		Fe kapsamındaki artış (%)
	Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>		Fe <sub>0</sub>	Fe <sub>1</sub>	
1	2.41	3.27	34.6	74.2	93.6	26.2
2	2.63	3.38	27.5	76.5	95.2	24.5
3	3.42	3.54	3.2	103.4	109.0	5.4
4	2.48	3.18	28.4	77.0	94.6	22.9
5	3.55	3.59	1.1	108.7	113.5	4.4
6	2.54	3.16	23.3	84.1	95.9	14.0
7	2.24	2.81	25.4	72.3	93.7	29.6
8	2.77	3.25	17.3	80.4	95.9	19.3
9	2.80	3.19	13.9	75.0	89.3	19.1
10	3.62	3.45	-4.7	113.2	115.7	2.2
11	2.75	3.12	13.5	77.5	96.8	24.9
12	2.69	3.14	16.7	75.4	93.0	23.3
13	2.13	3.25	52.6	57.6	82.1	42.5
14	2.04	3.50	71.6	58.8	85.9	46.1
15	2.51	3.67	46.2	74.0	91.7	23.9
16	2.10	3.32	58.1	72.3	93.8	29.7
17	1.78	3.55	99.4	57.4	78.6	36.9
18	2.06	3.48	68.9	63.7	91.2	43.2
19	2.25	3.10	37.8	66.8	91.0	36.2
20	2.31	3.27	41.6	77.0	94.5	22.7
21	1.66	3.14	89.2	55.3	86.8	57.0
22	2.20	3.55	61.4	53.0	80.5	51.9
23	2.37	3.48	46.8	66.7	85.1	27.6
Ortalama	2.49	3.32	37.99	74.8	88.4	27.54
En düşük	1.66	2.81	-4.7	53.0	78.6	2.2
En yüksek	3.62	3.67	99.5	113.2	115.7	57.0

(x) Çizelgedeki değerler üç tekerrür ortalamasıdır.

sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, demir gübresinin etkisiyle tanığa oranla bitki kuru maddesi ve Fe konsantrasyonundaki yüzde artışlarla yöntem jY, LN ve NR ile topraktan sümürülen Fe konsantrasyonları arasında, istatistiksel olarak % 0.1 olasılık düzeyinde önemli negatif ilişkiler saptanmıştır. Bu üç ekstraksiyon yöntemi arasında, demirli gübrenin etkisiyle bitki kuru madde artışı ile en yüksek ilişkiyi  $r = -0.82$  değeriyle yöntem LN; en düşük ilişkiyi ise  $r = -0.73$  değeriyle yöntem jY vermiştir. Yine söz konusu üç yöntem arasında, demirli gübrenin etkisiyle tanığa oranla bitki Fe konsantrasyonundaki yüzde

Çizelge 5. Değişik sömürücülerle topraklardan ekstrakte edilen Fe miktarları ile deneme bitkisi kuru madde miktar ve Fe kapsamında demirli gübrenin etkisiyle tanığa oranla sağlanan yüzde artışlar arasındaki ilişkiler.

Table 5. Relationships between Fe extracted from the soils with various chemical extractants and relative dry matter yield and Fe concentration increments as a result of Fe fertilization.

Kimyasal Fe sömürme yöntemi	Tanığa oranla Fe gübresi ile sağlanan kuru madde artışı (%)	Tanığa oranla Fe gübresi ile sağlanan Fe konsantrasyonu artışı (%)
jY	$r = -0.73^{xxx}$ $y = 85.99 - 3x$	$r = -0.82^{xxx}$ $y = 55.52 - 1.75x$
LN	$r = -0.82^{xxx}$ $y = 90.29 - 7.9x$	$r = -0.80^{xxx}$ $y = 54.09 - 4.01x$
NR	$r = 0.76^{xxx}$ $y = 105.07 - 2.88x$	$r = -0.81^{xxx}$ $y = 55.72 - 1.21x$
ET	$r = -0.32$	$r = -0.37$
PY	$r = -0.34$	$r = -0.47^x$
Toplam Fe	$r = -0.15$	$r = -0.13$

(x) % 5 olasılık düzeyinde önemli

(xx) % 0.1 olasılık düzeyinde önemli.

artış ile en yüksek ilişkiyi  $r = -0.82$  değeriyle yöntem jY, en düşük ilişkiyi ise  $r = -0.80$  değeriyle yöntem LN vermiştir. Öteki üç yöntemle topraklardan ekstrakte edilen Fe konsantrasyonları ile demir gübresinin etkisiyle bitki kuru ağırlığı ve Fe konsantrasyonu artışları arasındaki ilişkiler, Yöntem PY ve bitki Fe konsantrasyonu artışı arasında belirlenen % 5 olasılık düzeyinde ( $r = -0.47$ ) önemli ilişki dışlanırsa, istatistiksel olarak önemli değildir.

Sonuç olarak yukarıda tartışılan bulguların ışığı altında, araştırma konusu toprakların bitkiye yararlı Fe durumlarının belirlenmesinde jY, LN ve NR ola-

rak simgelenen üç kimyasal Fe sömürme yönteminin başarı ile uygulanabileceği söylenebilir. Benzer sonuçlar, Orta Anadolu Bölgesinin elma yetiştirilen yörelerinde Hatipoğlu (1977) ve Aktaş (1978) tarafından da elde edilmiştir. Ancak bu üç yöntemden yöntem LN, toprakların Fe durumları yanında, bitkiye yararışlı Zn, Cu ve Mn durumlarının belirlenmesine de olanak sağlaması (Lindsay ve Norvell, 1978) nedeniyle, öteki iki yöntemle kıyasla daha avantajlı ve önerilebilir görünmektedir.

Öte yandan, aralarında toplam toprak demirinin de bulunduğu öteki üç yöntem (Toplam Fe, yöntem PY ve ET) bitkiye yararışlı Fe durumunun belirlenmesinde, en azından deneme konusu topraklar için uygun bulunmamışlardır.

### SUMMARY

#### *COMPARISON OF VARIOUS CHEMICAL EXTRACTION METHODS IN PREDICTING PLANT AVAILABLE SOIL IRON*

The objective of this study was to compare various chemical extractants including total soil iron for predicting plant available iron in soils. Extracting solutions for iron soil test methods denoted as jY, LN, RN, ET and PY were 0.001 M EDDHA dissolved in 0.1 M NaNO<sub>3</sub>; 0.005 M DTPA+0.1 M TEA+ 0.01 M CaCl<sub>2</sub>; 0.01 M Na<sub>2</sub>-EDDHA dissolved in 1 N NH<sub>4</sub>C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>; 0.05 M Na<sub>2</sub>-EDTA + 0.05 M TEA; and 0.02 M Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> respectively. In order to fulfill the objective, relationships between amounts of iron extracted from 23 calcereous soil samples by the selected extraction methods and the relative increments in dry matter yield and iron concentration of the test plant (Glycine max. var. T-203) grown in the greenhouse, as a results of iron fertilization were determined by using linear correlation and regression analysis.

The results obtained show that iron extracted from the soils by the methods jY, LN and RN was closely related to the relative dry-matter and Fe concentration increments of the test plant. It was concluded that these three methods were equally suitable in predicting plant available soil iron for the soils used in this study. When a comparison was made among the three extraction methods, the method LN seemed to be more advantageous, since in addition to iron, it is also possible to determine, Zn, Mn and Cu status of soils by the method LN.

The rest of the methods used, including total soil iron were not suitable for predicting plant available soil iron, at least for the soils used in this study.

### KAYNAKLAR

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

2. 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.
3. Aktaş, M. (1978). Tokat ve Amasya illerinde elma yetiştirilen toprakların demir durumu ve bu topraklarda elverişli demir miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler üzerinde bir araştırma (Doçentlik tezi, yayımlanmamış).
4. Bradley, G. A. and D. Smittle (1965). Media pH and extractable Fe, Al and Mn in relation to growth of ericaceous plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87: 486-493.
5. Chapman, H. D. (1965). Cation exchange capacity. In C.A. Black et. al. ed. Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy, 902-904.
6. Follett, R. H. and W. L. Lindsay (1971). Changes in DTPA-extractable Zn, Fe, Mn and Cu in soils following fertilization Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35: 600-602.
7. Hatipoğlu, F. (1977). Orta Güney Anadolu Bölgesinde elma yetiştirilen yöre topraklarının demir durumu ve bu topraklarda elverişli demir miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler üzerinde bir araştırma (Doçentlik tezi, basılmamış).
8. Jackson, M. L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc.
9. Johnson, G. 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.
10. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 42: 421-428.
11. 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.
12. Navrot, J. and S. Ravikovitch, (1968). Zn availability in calcareous soils II. Relationship between available zinc and response to Zn fertilization. Soil. Sci. 105: 184-189.
13. Olson, R. V. (1965). Iron, In C. A. Black et. al. ed. Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy, 963-973.
14. Olson, R. V. and C. W. Carlson (1950). Iron chlorosis of sorghums and trees as related to extractable soil iron and manganese. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 14: 109-112.

15. Snedecor, G. W. and W. C. Cochran (1947). Statistical Methods. The Iowa State University Press. U.S.A.
16. Thorne, D. W. and A. Wallace (1944). Some factors affecting chlorosis on high-lime soils: I. Ferrous and ferric iron. Soil Sci. 47: 299-312.
17. Trierweiler, F. j. and W. L. Lindsay (1969). EDTA-ammonium carbonate soil test for Zn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33: 49-54.
18. Wallace, A., RT. Mueller, O. R. Lunt, R. T. Ashcroft and L. M. Shannon. (1955). Comparison of five chelatign agents in soils, in nutrient solutions, and in plant responses. Soil Sci.80: 101-108.