

Kelkit Çayındaki Siltasyon ile Tarıma Yeni Kazandırılan Topraklarda Demir-Çinko Gübrelemesinin Fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.) Bitkisi'nin Büyüme ve Mineral Besin Elementi Konsantrasyonuna Etkisi

M. Rüştü KARAMAN, A. Reşit BROHİ
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü
Tokat-TÜRKİYE

Ali İNAL, Süleyman TABAN
Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü,
Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 13.2.1997

Özet: Araştırma, Yalova tarla fasülyesi çeşidi (*Phaseolus vulgaris* L.) kullanılarak sera koşullarında yürütülmüştür. Denemede kireç kapsamları yüksek olan, Niksar bölgesinde siltasyon ile Kelkit çayındaki tarıma yeni kazandırılan alüvyal topraklar ve mukayese amacıyla Tokat merkezden alınan koluviyal topraklar kullanılmıştır. Toprağa demir 0, 10, 20 ppm Fe olacak şekilde Fe-EDDHA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve Fe-EDDHA + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (1:1) formlarında, çinko ise 0, 10, 20 ppm Zn dozlarında ZnCl_2 formunda uygulanmıştır. Yaklaşık 6 haftalık bitki büyümesini takiben bitkiler hasat edilmiştir.

Deneme sonuçlarına göre, artan dozlarda demir ve çinko uygulaması kontrole göre tüm dozlarda fasülye bitkisinin kuru madde miktarını artırmış, en yüksek kuru madde miktarı Fe-EDDHA formunda 20 ppm Fe ve 20 ppm Zn uygulamalarının birlikte yapılması durumunda elde edilmiştir. Fe-EDDHA + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ uygulaması da kuru madde miktarını önemli düzeyde artırmıştır. Demir uygulamasına bağlı olarak fasülye bitkisinin P, Cu, Zn, Mn kapsamları çinko uygulamasına bağlı olarak ise P, Fe, Cu, Mn kapsamları azalmıştır.

Effect of Iron and Zinc Applications on Growth and on Concentration of Mineral Nutrients of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Artificial Siltation Soils

Abstract: The study was carried out in greenhouse conditions by growing the Yalova field bean variety (*Phaseolus vulgaris* L.) with different iron (Fe) and zinc (Zn) applications in an alluvial soil which was collected from the artificial siltation area (0-20 cm depth) of the Kelkit River in Niksar-Tokat. A colluvial soil was also used for comparison. Iron was applied at 0, 10 and 20 ppm Fe in the forms Fe-EDDHA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ and Fe-EDDHA + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (1:1 ratio). Zinc was applied at 0, 10 and 20 ppm Zn in the form ZnCl_2 . The plants were harvested after six weeks of growth in the greenhouse.

The results obtained show that increasing amounts of Fe and Zn significantly increased the dry-matter yield of bean plants compared to the control (without Fe or Zn treatment). The maximum dry-matter yield was obtained with an application of 20 ppm Zn combined with 20 ppm Fe in the form Fe-EDDHA. Application of Fe-EDDHA + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ also significantly increased the dry-matter yield of bean plants in both soils. Iron application decreased the P, Zn, Cu and Mn contents. Zinc application decreased the P, Fe, Cu and Mn contents of the bean plants.

Giriş

Son yıllarda ülkemizde siltasyon alanlarından yararlanılarak ilave verimli tarım alanları kazanma yoluna gidildiği görülmektedir. Siltasyon çalışmalarına en güzel

örneklerden birisi, Niksar-Yarbaşı projesidir. Siltasyon amacıyla 7000 dönümlük arazide 250 metre aralıklarla oluşturulan tavalara Kelkit çayındaki su saptırılmakta ve her defasında yaklaşık 1-10 cm kalınlığında silt

Bu çalışma, 12-16 Mayıs 1997 tarihleri arasında Eskişehir'de düzenlenen Ulusal Çinko Kongresi'nde bildiri olarak sunulmuştur.

oluşmaktadır (1). Milli ekonomiye geri dönüşü çok hızlı olan bu tür çalışmaların hızlandırılması, oldukça önemlidir. Ancak, sözkonusu topraklar özellikle bitki besinleri ve organik maddece fakir olduğundan, uygun bir gübreleme programına ihtiyaç duyarlar.

Topraklarda mikro elementlerin bitkilere elverişliliğini sınırlandıran yüksek HCO_3^- iyon konsantrasyonu, yüksek pH gibi faktörlerin yanısıra (2,3), çinko noksanlığına ayrıca toprakların kil kapsamları da etkide bulunmaktadır (4,5,6). Orta Anadolu'da yürütülen Zn adsorpsiyon ve desorpsiyon çalışmaları, bölge topraklarının yüksek Zn adsorpsiyon kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir (7).

Elverişli demir ve çinko kapsamları düşük olan topraklarda çinko ve demir gübrelemesi verimde önemli artışlar sağlamıştır (8,9). Kireç kapsamı yüksek olan topraklarda Fe-EDDHA'nın diğer demir formlarına göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir (8,10,11). Bir çok bitkide demir-çinko interaksiyonunun var olduğu bilinmektedir. Bu durum, bitki kök bölgesinde demir ve çinko iyonları arasında absorpsiyon bakımından rekabete girmeleri sonucu ortaya çıkmaktadır (12,13,14). Tarla fasülyesi ile yapılan benzer çalışmalarda artan çinko uygulaması ile birlikte fasülye bitkisinde demir alımının azaldığı tespit edilmiştir (15,16). Dolayısıyla topraktaki demir-çinko oranı, bitki büyümesi ve beslenmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada, siltasyon yöntemi ile tarıma yeni kazandırılmış olan alüvyal topraklarda ve Tokat yöresinde yaygın olarak bulunan killi-tınlı bünyeye sahip koluviyal topraklarda farklı form ve dozlarda uygulanan demir-çinko gübrelemesinin fasülye bitkisinin büyümesi ve mineral besin elementi konsantrasyonuna etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Araştırma 1996 yılında sera koşullarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç faktörlü olarak yürütülmüştür. Denemede Niksar bölgesinde siltasyon ile Kelkit çayındaki tarıma yeni kazandırılan topraklar (alüvyal büyük toprak grubu) ile mukayese amacıyla Tokat merkez arazisinden alınan koluviyal topraklar kullanılmıştır. Verimlilik ilkesine göre sözkonusu alanların 0-20 cm'lik kısımlarından örnekleme ile alınan topraklar, deneme saksılarına 4'er kg konmuştur. Yolova tarla fasülyesi çeşidi (*Phaseolus vulgaris* L.) 15 Ağustos 1996

tarihinde her saksıya beşer adet olacak şekilde ekilmiş ve çimlenmeden sonra her saksıda üç bitki bırakılmıştır. Demir kaynağı olarak Fe-EDDHA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve ağırlık ilkesine göre (Fe bazında) 1:1 oranında karıştırılan Fe-EDDHA + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formları 0, 10, 20 ppm Fe dozlarında kullanılmıştır. Çinko, ZnCl_2 formunda 0, 10, 20 ppm Zn dozlarında uygulanmıştır. Uygulamalar çimlenmeyi takiben saksılara çözeltili şekilde yapılmıştır. Normal bitki büyümesi için ayrıca üre formunda 100 ppm N ve KH_2PO_4 formunda 80 ppm P ve 100 ppm K, ekimden sonra çözeltili şekilde her saksıya eşit miktarda uygulanmıştır. Yaklaşık altı haftalık bitki büyümesini takiben bitkiler 1 Ekim 1996 tarihinde dip kısımdan (yaklaşık 1 cm) hasat edilerek saf sudan geçirilmiş, etüvde kurutulmuş kuru madde miktarları belirlenmiştir. Öğütülerek gerekli analizler yapılmıştır. Bitkilerde P (17), Fe, Cu, Zn, Mn (kuru yakma metoduna göre) (18) tayinleri ve toprakta diğer analizler rutin metodlara göre yapılmıştır (19).

Denemede kullanılan alüvyal toprak % 12.34 kil, % 67.22 silt ve % 20.44 oranında kum içermekte olup, siltli-tınlı bünyeye sahiptir. Tarla kapasitesi % 20.32 ve kireç kapsamı % 21.14'dür. pH'sı 8.20 ve EC'si 165 $\mu\text{mhos/cm}$ 'dir. % 0.72 ile düşük organik madde içeriğine sahiptir. KDK ve değişebilir potasyum miktarı sırasıyla 18.65 ve 0.22 me.100 gram/toprak'dır. Elverişli P (20), Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamları ise sırasıyla 8.64, 6.75, 2.22, 0.48 ve 4.45 ppm'dir (21).

Denemede kullanılan koluviyal toprak % 35.35 kil, % 40.56 silt ve % 24.09 oranında kum içermekte olup, killi-tınlı bünyeye sahiptir. Tarla kapasitesi % 25.80 ve kireç kapsamı % 20.12'dir. pH'sı 8.12 ve EC'si 450 $\mu\text{mhos/cm}$ 'dir. Organik madde içeriği % 1.72'dir. KDK ve değişebilir potasyum miktarı sırasıyla 48.00 ve 0.62 me.100 gram/toprak'dır. Elverişli P (20), Fe, Cu, Zn ve Mn kapsamları ise sırasıyla 12.21, 8.64, 5.25, 0.54 ve 7.12 ppm'dir (21).

Bulgular ve Tartışma

Demir-çinko gübrelemesinin fasülye bitkisinin kuru madde miktarı ve P, Fe, Zn, Cu, Mn kapsamlarına etkisi

Fasülye bitkisinin kuru madde miktarı ve P, Fe, Zn, Cu, Mn kapsamları ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Fasülye bitkisinin kuru madde miktarı ve P, Fe, Zn, Cu, Mn kapsamları ile ilgili varyans analiz sonuçları (Aluviyal toprakta).

	K.M.	P	Fe	Zn	Cu	Mn
LSD (Fe formu) :	0.740*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD (Fe dozu) :	0.986**	Ö.D.	16.12**	3.64*	4.65**	10.84**
LSD (Fe formu x Fe dozu) :	1.708**	Ö.D.	27.92**	Ö.D.	Ö.D.	18.77**
LSD (Zn dozu) :	0.986**	0.017*	16.12**	4.85**	4.65**	10.84**
LSD (Fe formu x Zn dozu) :	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD (Fe dozu x Zn dozu) :	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD (Fe formu x Fe dozu x Zn dozu) :	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

** , P < 0.01; * , P < 0.05; Ö.D.; Önemli değil

Tablo 2. Fasülye bitkisinin kuru madde miktarı ve P, Fe, Zn, Cu, Mn kapsamları ile ilgili varyans analiz sonuçları (Koluviyal toprakta).

	K.M.	P	Fe	Zn	Cu	Mn
LSD (Fe formu) :	0.803**	0.008**	13.59**	Ö.D.	6.29*	Ö.D.
LSD (Fe dozu) :	0.803**	Ö.D.	13.59**	4.17**	6.29**	15.89**
LSD (Fe formu x Fe dozu) :	1.391**	Ö.D.	23.54**	Ö.D.	Ö.D.	18.77**
LSD (Zn dozu) :	0.803**	0.008**	Ö.D.	4.17**	Ö.D.	15.87**
LSD (Fe formu x Zn dozu) :	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD (Fe dozu x Zn dozu) :	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD (Fe formu x Fe dozu x Zn dozu) :	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Demir-çinko gübrelemesinin fasülye bitkisinin üst aksam kuru madde miktarına etkisi ve Duncan gruplandırması ise Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3.. Fasülye bitkisinin üst aksam kuru madde miktarı, gr/saksı (üç bitki).

Demir formları	Fe ppm	Aluviyal toprak Zn, ppm				Koluviyal toprak Zn, ppm			
		0	10	20	Ort.	0	10	20	Ort.
Fe-EDDHA	0	7.64	9.56	10.03	9.08	5.22	7.91	8.93	7.35
	10	9.42	13.34	13.93	12.23	9.45	7.83	9.56	8.95
	20	10.21	13.33	15.75	13.10	8.94	10.51	11.44	10.30
Ort.					11.47 A				8.87 A
Fe-EDDHA + FeSO ₄	0	7.57	10.14	11.09	8.93	5.72	6.14	6.63	6.16
	10	10.48	10.14	12.83	11.15	8.23	7.11	8.82	8.05
	20	10.38	11.36	13.36	11.70	7.36	7.94	9.51	8.27
Ort.					10.82 AB				7.50 B
FeSO ₄	0	9.58	9.31	11.88	10.26	6.07	6.54	7.63	6.75
	10	8.28	11.12	11.69	10.36	6.54	6.65	7.34	6.84
	20	9.00	11.68	12.11	10.93	6.38	6.63	7.92	6.98
Ort.					10.52 B				6.86 B
Ort. (çinko)		9.17 c	11.11 b	12.52 a		7.10 b	7.47 b	8.64 a	
Ort. (demir)	Fe ₀				9.64 b				6.75 b
	Fe ₁₀				11.25 a				7.95 a
	Fe ₂₀				11.91 a				8.51 a
Genel ort. (topraklar)				10.93					7.74

Tablodan da görüldüğü gibi kuru madde miktarı yönünden gerek aluviyal ve gerekse koluviyal toprakta demir formları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kuru madde miktarına etkileri açısından demir formları her iki toprakta da Fe-EDDHA > Fe-EDDHA + FeSO₄.7H₂O > FeSO₄.7H₂O sırasını izlemiştir. Özellikle demir sülfat uygulaması bitki gelişimi üzerine önemli bir etkide bulunmamıştır. Bu durum; organik kilyet formda uygulanan demirden bitkilerin yararlanma oranının, inorganik formdaki demir bileşiklerinden daha yüksek olmasından ileri gelmektedir. Kireç kapsamı yüksek olan topraklarda kireç tarafından elverişsiz formlarda bağlanan demirin alımı güçleşmekte, toprakta yeterli düzeyde demir bulursa da bitki alamamaktadır. Bu durumda demir, toprakta ancak kilyetlere bağlı olduğunda alınabilmektedir (22). Yapılan araştırmalarda ise sözkonusu organik demir bileşikler içerisinde özellikle kireç kapsamı yüksek olan topraklarda Fe-EDDHA formunun daha etkili olduğu tespit edilmiştir (10,23).

Değişik bitkilerle yapılan araştırmalarda, kireç kapsamı yüksek olan topraklarda çoğunlukla Fe-EDDHA uygulamasının en etkili yol olduğunun tespit edilmesine karşılıklı pratikte uygulamayı sınırlandıran temel problem Fe-EDDHA'nın maliyetidir (24,25). Bu araştırmada % 50 oranında Fe-EDDHA ve FeSO₄.7H₂O karışımı uygulanması sonucu Fe-EDDHA kadar olmasada demir sülfata oranla bitki büyümesinin daha yüksek düzeyde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Artan demir dozuna bağlı olarak her iki toprakta da kuru madde miktarı sürekli bir artış göstermiş ancak 10 ve 20 ppm Fe dozları etki bakımından aynı grupta yer almıştır. Belli bir düzeye kadar artan demir dozuna bağlı olarak bitki kuru madde miktarının artması çeşitli bitkilerle yapılan diğer araştırma sonuçlarıyla da uygunluk içindedir (10,14,23). Yapılan benzer çalışmalarda da 10 ppm Fe dozunda Fe-EDDHA uygulamasının fasülyede görülen demir klorozunu giderdiği (26), diğer bir çalışmada ise 5-10 ppm Fe dozunda Fe-EDDHA uygulamasının en yüksek kuru madde miktarını verdiği tespit edilmiştir (8).

Araştırma da ayrıca kuru madde miktarı üzerine Fe-dozu x Fe-formu interaksyonu da önemli çıkmıştır. Bu durum, özellikle Fe-EDDHA formunda demir uygulamasının 20 ppm Fe dozuna kadar kuru madde miktarında önemli bir artışa yol açmasından ve demir

sülfat uygulamasının önemli bir etkiye sahip olmamasından ileri gelmektedir. Aluviyal ve koluviyal nitelikteki her iki araştırma toprağında bulunan elverişli Fe miktarları sırasıyla 6.75 ve 8.64 ppm'dir. Bu değerler diğer araştırmacılar tarafından bildirilen 6.00 ppm sınır değerine (Lindsay ve Norwell'e göre) yakındır (27). Dolayısıyla kireç kapsamı yüksek olan deneme topraklarında Fe-EDDHA uygulaması ile demir sülfat uygulaması arasındaki fark daha belirgin olmuştur.

Bitki kuru madde miktarı her iki toprakta da 20 ppm dozuna kadar uygulanan çinko ile önemli düzeyde artmıştır. Elde edilen bulgular diğer araştırma sonuçlarıyla uygunluk içindedir (9,13). Denemede Fe x Zn ilişkisinin bitki kuru madde miktarına önemli bir etkisi ortaya çıkmamıştır. Değişik bitkilerle yapılan benzer çalışmalarda da demir-çinko etkileşiminin özellikle demir ve çinko alımı üzerine önemli etkide bulunduğu, ancak bunun kuru madde miktarına yansımadağı tespit edilmiştir (13,14).

Çinko dozlarına bağlı olarak kuru madde miktarında meydana gelen artışın aluviyal toprakta daha belirgin, koluviyal toprakta ise daha az olduğu görülmektedir. Aluviyal ve koluviyal toprakta 0 ppm Zn dozundan 20 ppm Zn dozuna kadar kuru madde miktarı düzenli ve sürekli olarak artmıştır. Ancak koluviyal toprakta 10 ppm Zn dozuna kadar kuru madde miktarındaki artış yavaş olmuş, dozun 20 ppm'e çıkartılması ile birlikte istatistiki olarak önemli bir artış ortaya çıkmıştır. Bu durum muhtemelen koluviyal toprağın killi-tınlı bünyeye sahip olması ve dolayısıyla çinko elverişliliğinin azalmasından ileri gelmektedir. Yapılan benzer çalışmalarda da genellikle toprak tekstürüne bağlı olarak Fe elverişliliğinin değişmediği (28), buna karşılık özellikle killi topraklarda Zn elverişliliğinin azaldığı bildirilmiştir (4,5,6).

Demir-çinko gübrelemesinin fasülye bitkisinin fosfor kapsamına etkisi ve Duncan gruplandırması Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablodan da görüldüğü gibi artan demir ve çinko uygulamalarına bağlı olarak bitkinin fosfor kapsamı azalmıştır. Yapılan benzer çalışmalarda da artan demir (23,29) ve çinko uygulamaları ile birlikte (23,30) bitki fosfor kapsamının azaldığı tespit edilmiştir. Demir uygulamasının bitkinin P kapsamını azaltıcı etkisi özellikle Fe-EDDHA formunda belirgin olmuş, demir sülfat uygulamasında ise önemli bir etki gözlenmemiştir. Fe-EDDHA uygulamasıyla bitkinin kuru madde miktarı

Tablo 4. Demir-çinko gübrelenmesinin fasülye bitkisinin P kapsamına etkisi, %.

Demir formları	Fe ppm	Aluviyal toprak Zn, ppm				Koluviyal toprak Zn, ppm			
		0	10	20	Ort.	0	10	20	Ort.
Fe-EDDHA	0	0.148	0.144	0.131	0.141	0.167	0.161	0.142	0.157
	10	0.151	0.130	0.126	0.136	0.155	0.142	0.137	0.145
	20	0.137	0.127	0.121	0.128	0.155	0.132	0.148	0.145
Ort.					0.135				0.149 B
Fe-EDDHA + FeSO ₄	0	0.152	0.145	0.136	0.144	0.165	0.167	0.148	0.161
	10	0.151	0.136	0.130	0.139	0.160	0.152	0.141	0.151
	20	0.146	0.133	0.127	0.135	0.155	0.148	0.139	0.147
Ort.				0.140					0.153 B
FeSO ₄	0	0.155	0.146	0.139	0.147	0.164	0.175	0.140	0.164
	10	0.156	0.137	0.131	0.141	0.159	0.161	0.158	0.159
	20	0.155	0.143	0.144	0.147	0.165	0.162	0.162	0.163
Ort.				0.145					0.162 A
Ort. (çinko)		0.150 a	0.138 ab	0.132 b		0.161 a	0.156 a	0.148 b	
Ort. (demir)	Fe ₀				0.144				0.161
	Fe ₁₀				0.139				0.152
	Fe ₂₀				0.137				0.152
Genel ort. (topraklar)					0.140				0.155

arttığından P seyrelmeye uğramış ve konsantrasyon azalmıştır. FeSO₄ uygulaması ile büyüme fazla etkilenmediğinden, P kapsamı da etkilenmemiştir. Yapılan benzer bir çalışmada değişik demir işlemleriyle bitkinin fosfor kapsamının değişmediği (31), başka bir çalışmada ise Fe-EDDHA formunda uygulanan 7 gr demirin şeftali yapraklarında fosfor kapsamını azalttığı (32) tespit edilmiştir.

Demir-çinko gübrelenmesinin fasülye bitkisinin demir, çinko, bakır, mangan kapsamlarına etkisi sırasıyla Tablo 5, 6, 7 ve 8'de sunulmuştur.

Tablodan da görüldüğü gibi, demir uygulamasına bağlı olarak fasülye bitkisinin Cu, Zn, Mn kapsamları azalmış, çinko uygulamasına bağlı olarak Fe, Cu, Mn kapsamları azalmıştır. Bu durum; demir, çinko, bakır ve mangan iyonlarının bitki kökleri tarafından aynı aktif yörelerce

Tablo 5. Demir-çinko gübrelenmesinin fasülye bitkisinin Fe kapsamına etkisi, ppm.

Demir formları	Fe ppm	Aluviyal toprak Zn, ppm				Koluviyal toprak Zn, ppm			
		0	10	20	Ort.	0	10	20	Ort.
Fe-EDDHA	0	93.0	74.0	62.0	76.3	95.0	81.0	73.0	83.0
	10	148.0	123.0	106.0	125.7	148.7	126.0	128.0	134.2
	20	198.0	168.0	152.0	172.7	205.0	192.0	181.0	192.7
Ort.				124.9					136.6 A
Fe-EDDHA + FeSO ₄	0	87.0	81.0	64.0	77.3	95.0	88.0	92.0	91.7
	10	126.0	122.0	111.7	119.9	129.0	127.0	126.0	127.3
	20	162.0	159.0	141.0	154.0	179.0	175.0	167.0	173.7
Ort.				117.1					130.9 AB
FeSO ₄	0	115.0	105.0	95.0	105.0	109.0	110.0	114.0	111.0
	10	118.0	110.0	91.0	106.3	109.0	107.0	109.0	108.3
	20	144.0	137.0	111.0	130.7	143.0	138.0	135.0	138.7
Ort.				114.0					119.3 B
Ort. (çinko)		132.3 a	119.9 a	103.7 b		134.7	127.1	125.0	
Ort. (demir)	Fe ₀			86.2 c					95.2 c
	Fe ₁₀			117.3 b					123.3 b
	Fe ₂₀			152.4 a					168.3 a
Genel ort. (topraklar)				118.6					128.9

Tablo 6. Demir-çinko gübrelemesinin bitki Zn kapsamına etkisi, ppm.

Demir formları	Fe ppm	Aluviyal toprak Zn, ppm				Koluviyal toprak Zn, ppm			
		0	10	20	Ort.	0	10	20	Ort.
Fe-EDDHA	0	30.20	47.50	60.50	46.07	29.70	36.50	47.10	37.77
	10	30.10	41.40	59.50	43.67	27.30	31.40	39.30	32.67
	20	27.10	34.90	53.40	38.47	20.30	23.30	33.50	25.70
Ort.					42.73				32.04
Fe-EDDHA + FeSO ₄	0	34.70	47.70	56.40	46.27	25.60	33.30	47.50	35.47
	10	29.30	41.50	58.30	43.03	22.20	34.83	48.90	35.31
	20	27.00	39.30	54.90	40.40	23.40	28.30	45.60	32.43
Ort.					43.23				34.40
FeSO ₄	0	31.30	44.80	61.70	45.93	25.30	35.90	43.20	34.80
	10	33.30	43.30	62.60	46.40	24.90	30.20	46.50	33.87
	20	30.10	44.20	62.30	45.53	25.30	32.60	43.70	33.87
Ort.					45.96				34.18
Ort. (çinko)		30.34 c	42.73 b	58.84 a		24.89 c	31.82 b	43.92 a	
Ort. (demir)	Fe ₀			46.09 a					36.01 a
	Fe ₁₀				44.37 ab				33.95 ab
	Fe ₂₀				41.47 b				30.67 b
Genel ort. (topraklar)					43.97				33.54

alınmalarından, dolayısıyla sözkonusu iyonların birbirleriyle rekabete girmelerinden ileri gelmektedir. Elde edilen bulgular benzer araştırma sonuçlarıyla uygunluk içindedir (16,23,33). Bununla birlikte artan Fe dozu ile birlikte bitki Fe kapsamı ve artan çinko dozu ile birlikte bitki çinko kapsamı sürekli bir artış göstermiştir. Diğer araştırmalar da da paralel bulgular elde edilmiştir (15,16,23,33).

Demir uygulamasının Zn, Cu, Mn kapsamını azaltıcı etkisi özellikle Fe-EDDHA formunda belirgin olmuştur. Bu durum, Fe-EDDHA ile artan büyümenin dokularda seyreltici etkisinden ileri gelmektedir. Kireç kapsamı yüksek olan topraklarda Fe-EDDHA formunun daha etkili olması nedeniyle Fe-EDDHA uygulamasında bitki Fe kapsamı yüksek çıkmıştır (10,23). Genel olarak aluviyal toprakta yetiştirilen bitkilerde P, Fe, Cu, Mn

Tablo 7. Demir-çinko gübrelemesinin fasülye bitkisinin Cu kapsamına etkisi, ppm.

Demir formları	Fe ppm	Aluviyal toprak Zn, ppm				Koluviyal toprak Zn, ppm			
		0	10	20	Ort.	0	10	20	Ort.
Fe-EDDHA	0	51.20	49.30	33.40	44.63	50.20	46.80	44.30	47.10
	10	38.90	35.10	25.60	33.20	45.80	32.90	36.90	38.53
	20	34.60	27.20	24.30	28.70	31.70	30.00	30.30	30.67
Ort.					35.51				38.77 B
Fe-EDDHA + FeSO ₄	0	52.30	44.90	38.10	45.10	50.30	50.10	46.90	49.10
	10	42.20	38.30	30.50	37.00	43.00	48.70	47.30	46.33
	20	40.70	33.20	25.70	33.20	38.40	41.60	39.30	39.77
Ort.					38.43				45.07 A
FeSO ₄	0	48.90	40.10	30.60	39.87	52.60	38.50	48.70	46.60
	10	46.70	38.20	30.30	38.40	45.60	52.20	46.80	48.20
	20	42.70	35.10	30.30	36.03	49.40	42.60	47.10	46.37
Ort.					38.10				47.06 A
Ort. (çinko)		44.24 a	37.93 b	29.87 c		45.22	42.60	43.07	
Ort. (demir)	Fe ₀			43.20 a					47.60 a
	Fe ₁₀			36.20 b					44.36 ab
	Fe ₂₀			32.64 b					38.93 b
Genel ort. (topraklar)					37.35				43.63

kapsamlarının koluvial toprağa göre daha düşük çıkması, artan kuru maddenin seyreltici etkisinden ileri gelebilir. Çinko uygulamasında ise, aluvial toprakta yetiştirilen bitkilerde ortalama değerler daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, kil kapsamı daha düşük olan aluvial toprakta çinko elverişliliğinin daha yüksek olmasına bağlanabilir (4,5,6).

Lindsay ve Norwell'e göre deneme topraklarımızda belirlenen 6.75-8.64 ppm elverişli Fe miktarları ile 0.48-0.54 ppm elverişli Zn miktarları çeşitli literatürlere göre eksiklik sınırları içerisinde bulunmasa da, eksiklik sınırlarına yakın değerlerdir. Ancak, topraklarda elverişli Fe ve Zn'un yeterli miktarda olması durumlarında, kimi zaman çeşitli çevre koşulları ve bitki varyetesine bağlı olarak sözkonusu elementlerin bitkilerce alımı farklı olabilmekte ve mineral besin elementi konsantrasyonları çok geniş sınırlar içerisinde değişiklik gösterebilmektedir. Değişik literatürlerde değişik kritik düzeyler belirtilmiş olmasına karşılık, 'yeterli' olarak kabul edilen bu sınırlar oldukça geniştir. Örneğin bu araştırmada, Fe'in uygulanmadığı koşullarda bitkilerde tespit edilen 62-95 ppm Fe konsantrasyonları ile Zn'un uygulanmadığı koşullarda tespit edilen 25-35 ppm Zn konsantrasyonları Bennett, 1993 'e göre yeterli sınırlar içerisinde (34). Diğer taraftan, Jones vd. (1991)'e göre yeterli Fe düzeyi 50-300 ppm, yeterli Zn düzeyi ise 20-200 ppm'dir. Buna

göre, 62-95 ppm Fe ve 25-35 Zn konsantrasyonları her ne kadar yeterli sınıfa girmişse de, noksanlık sınıfına daha yakın değerler göstermiştir. Bu durumda Fe ve Zn uygulamasının bitki büyümesi ve mineral besin elementi alımına olumlu katkısı beklenebilir. Yine de bulmuş olduğumuz konsantrasyonların diğer literatürler ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

Sonuç olarak; Türkiye topraklarında önemli bir sorun teşkil eden çinko noksanlığı, siltasyonla yeni tarıma kazandırılan hafif bünyeli topraklarda daha da önemli olmaktadır. Dolayısıyla çinko gübrelemesinde toprak yapısı da dikkate alınmalıdır. Demir açısından her iki araştırma toprağı arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Bununla birlikte, özellikle kireç kapsamı yüksek olan araştırma topraklarımızda Fe-EDDHA kullanımı önemli bir üstünlük göstermiştir. Ancak maliyetinin yüksek olması nedeniyle Fe-EDDHA+FeSO₄ karışımı kullanılarak Fe-EDDHA kadar olmasa da olumlu sonuçlar alınabileceği görülmüştür. Bitki besin düzenini etkileyen önemli bir faktör de Fe:Zn oranı olmuştur. Her iki araştırma toprağında da 10 ppm Fe ve 20 ppm Zn dozu hem bitki gelişimi ve hem de beslenme düzeni açısından uygun görülmektedir. Yapılan bu saksı denemesi bir başlangıç çalışması olup, ileride özellikle siltasyon alanlarında pratik olarak yapılacak olan verimlilik çalışmalarına ışık tutacaktır.

Tablo 8. Demir-çinko gübrelemesinin bitki Mn kapsamına etkisi, ppm.

Demir formları	Fe ppm	Aluvial toprak Zn, ppm				Koluvial toprak Zn, ppm			
		0	10	20	Ort.	0	10	20	Ort.
Fe-EDDHA	0	215.6	196.6	175.2	195.8	216.7	208.1	191.8	205.5
	10	198.6	163.2	156.8	172.9	200.1	187.5	174.3	187.3
	20	155.3	145.7	134.2	145.1	184.3	161.2	159.3	168.3
Ort.					171.2				187.0
Fe-EDDHA + FeSO ₄	0	206.5	194.3	176.7	192.5	225.2	210.0	196.4	210.5
	10	186.2	179.3	151.2	172.2	206.3	195.4	186.4	196.0
	20	173.4	150.2	135.0	152.9	185.4	183.7	174.3	181.1
Ort.					172.5				195.9
FeSO ₄	0	208.7	175.4	167.3	183.8	211.3	197.3	185.5	198.0
	10	190.0	173.2	177.3	179.8	208.9	200.1	179.4	196.1
	20	185.3	177.9	155.5	172.9	204.2	190.0	196.0	196.7
Ort.					178.8				197.0
Ort. (çinko)		191.0 a	172.9 b	158.8 c		204.7 a	192.6 ab	182.6 b	
Ort. (demir)	Fe ₀			190.7 a					204.7 a
	Fe ₁₀			175.0 b					193.2 ab
	Fe ₂₀			156.9 c					182.0 b
Genel ort. (top.)				174.2					193.3

Kaynaklar

1. Anonymous, 1993. İlave tarım toprakları kazanma tekniği, millleme, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Sayı:45, Tokat.
2. Çakmak, İ., Torun, B., Erenoğlu, B., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Ekiz, H., Braun, H.J., 1996. Türkiye'de toprak ve bitkilerde çinko eksikliği ve bitkilerin çinko eksikliğine dayanıklılık mekanizmaları, Tr. J. of Agriculture and Forestry 20, 13-23.
3. Brown, J.C., Chaney, R.L. 1971. Effect of iron on the transport of citrate into the xylem of soybeans and tomatoes, Plant Physiol, 47: 837-840.
4. Tiller, K.G., Gerth, J., Brümmer, G., 1984. The sorption of Cd, Zn and Ni by soil clay fractions, procedures for partition of bound forms and their interpretation, Geoderma, 34:1-16.
5. Pal, D., Sastry, T.G., 1985. Sorption of zinc on kaolinitic soil clays, Clay Res., 4:55-60.
6. Puls, R.W., Bohn, H.L., 1988. The sorption of Cd, Zn and Ni by kaolinite and montmorillonite suspensions, Soil Sci. Soc. Am. J., 52:1289-1292.
7. Erenoğlu, B., 1995. İç Anadolu, GAP ve Çukurova bölgelerinde seçilen toprakların çinko adsorpsiyon-desorpsiyon karakteristikleri, Y.L. Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
8. Aktaş, M., 1982. Tokat ve Amasya illerinde elma yetiştirilen toprakların demir durumu ve bu topraklarda elverişli demir miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemler üzerinde bir araştırma, A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 851, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:510, Ankara.
9. Çakmak, İ., Sarı, N., Marchner, H., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Eker, S., Gülüt, K.Y., 1996-b. Dry matter production and distribution of Zn in bread and durum wheat genotypes differing in Zn efficiency, Plant and Soil, in Press.
10. Mortvedt, J.J. 1982. Grain sorghum response to iron sources applied alone or with fertilizers, J. Plant Nutr., 5:859-868.
11. Kaptan, H., 1988. Şeftali ağaçlarında demir klorozunu önlemek için kullanılacak gübre ve dozlarının saptanması, Atatürk Bahçe Kült. Merk. Araş. Enst., Araştırma Sonuç Raporu, Yalova.
12. Lee, C.R., Craddock, H.E., Hammer, M., 1969. Factor affecting plant growth in high zinc medium. I. Infulence of iron on growth of flax at various zinc levels. Agronomy J., 61: 562-565.
13. Sinha, R.B., Sakal, R. 1983. Effect of zinc and iron application in calcareous soil, in zinc and iron nutrition of rice, Journal of The Indian Society of Soil Science, 31:527-533.
14. Alpaslan, M., Taban, S., 1996. Çeltik (*Oryza sativa* L.)'te çinko-demir ilişkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt:2, Sayı:1.
15. Scharrer, K., Jung, J., 1956. Über den Einfluss von Mn, Cu, Zn, Fe, B, Mo und Co auf die Mineralstoffaufnahme bei Mais und Ackerbohnen, Z. für Pflanz., Düngung, Bodenk., 2: 149-162.
16. Çelebi, G., Turan, C., Taban, S., Dursun, C., 1988. Mg ve Zn ile beslenmenin fasülye'de sap ve yaprağın mikroelement kapsamı üzerine etkileri, A.Ü.Z.F. Yay.:1084, Bil.Arş. ve İnc.:586.
17. Barton, C.F., 1948. Photometric an. of phosphate rock, Ind. and Eng. Chem. An. Ed., 20:1068.
18. Perkin, E., 1971. Elmer catalogue, analytical methods for atomic absorption spectrophotometry, Norwalk, Connecticut, U.S.A.
19. Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, toprak analizleri, A.İ. Ziraat Fak., Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, Ankara.
20. Olsen, S.R., Cole, V., Watanable, F.S. and Dean, L.A., 1954. Estimation of available P in soils by extraction with sodium bicarbonat, U.S. Dept. of Agr. Sci. No:939, Washington D.C.
21. Lindsay, W.L. and Norwell, W.A., 1978. Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper, Soil Sci. Soc. Am. J. 42:3.
22. Aydeniz, A., Zabunoğlu, S., Brohi, A.R., Danışman, S., 1990. Kireç-demir ilişkileri, C.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, Tokat.
23. Taban, S., Alpaslan, M. 1991. Değişik form ve miktarlarda uygulanan demirin mısır bitkisinin gelişmesi ve bazı mineral madde kapsamı üzerine etkileri, Doğa-Tr.J., 17: 169-184.
24. Chen, Y., Barak, P. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils, Adv. Agr., 35:217-240.
25. Hagstrom, G.R. 1984. Current management practices for correcting iron deficiency in plants with emphasis on soil management, J. Plant Nutr., 7:23-46.
26. Wallace, A., Mueller, R.T., Alexander, G.V., 1976. High levels of four heavy metals on the iron status of plants, Commun. Soil Sci. and Plant Analysis, 7:43-46.
27. Boer, G.J., Reisenauer, H.M., 1973. DTPA as an extractant of available soil iron, Comm. Soil Sci. and Plant Analysis, 2:121-128.
28. Harter, R.D., 1991. Micronutrient adsorption-desorption reactions in soils, Micronutrients in Agriculture, SSSA Book Series:4, USA.
29. Singh, M., Dahiya, S.S., 1976. Effect of calcium carbonate and iron on the availability and uptake of iron, manganese, phosphorus and calcium in pea, Plant and Soil, 44:511-520.
30. Langin, E.J., Ward, R.C., Olsen, R.A., Rhoades, H.F., 1962. Lime and phosphorus placement effect on P-Zn relations, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 26:574-578.
31. Aktaş, M., Hatipoğlu, F., 1984. Demir uygulamasının mısır bitkisinde gelişme ile demir, çinko, mangan ve bakır alımları üzerine etkisi, Doğa Bilim Dergisi, 8:1-8.
32. Rogers, E., 1978. Iron chlorosis and mineral content of "Fay Alberta" "Shippers Late Red " and "Redhaven" Peach trees as affected by iron chelates, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 5:608-612.
33. Moraghan, J.T., 1985. Manganese deficiency in soybeans as affected by Fe-EDDHA and low soil temperature, Soil Sci. Soc. Am. J., 49:1584-1586.
34. Bennett, 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants, APS Press, pp. 143-147.