

## Yapraktan Uygulanan Değişik Bileşiklerin Soya Fasulyesinin Demirle Beslenmesine Etkisi

Haluk BAŞAR\*

### ÖZET

*Bu çalışma, soya fasulyesinin Fe ile beslenme durumuna yapraktan uygulanan değişik bileşiklerin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.*

*Sera denemesi, tesadüf parsellerinde 3 tekrarlamalı faktöriyel deneme desenine göre kurulmuş ve topraklara 3 farklı düzeyde (% 0, 10 ve 20) tarım kireci karıştırılmıştır. Araştırmada 3 farklı dozda  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 'ın (0, 15 ve 30 mg Fe  $kg^{-1}$ ) topraktan uygulandığı bitkilere 0.01 N ve 0.001 N olmak üzere 2 farklı konsantrasyonda  $H_2SO_4$  yapraktan verilmiştir. FeEDDHA, % 0.2 (w/v);  $FeSO_4 \cdot H_2O$  % 1 (w/v) pH 7 ve  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  % 1 (w/v) pH 3 çözeltileri yapraktan olmak üzere 4 defa uygulanmıştır.*

*Araştırmada diğer konulara göre yapraktan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  verilmesi soya fasulyesinin toplam ve aktif Fe içeriğini en fazla artıran uygulama olurken, topraktan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ile yapraktan  $H_2SO_4$ 'ın kombine edildiği uygulamalarda belirgin bir etki görülmemiş, ancak  $H_2SO_4$ 'ın 0.01 N konsantrasyonunun, 0.001 N konsantrasyonundan daha etkili olduğu belirlenmiştir. FeEDDHA ise yapraktan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ve topraktan  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  ile yapraktan  $H_2SO_4$  uygulamaları arasında bir etkinlik göstermiştir.*

**Anahtar Sözcükler:** *Demir, sarılık, yaprak gübrelemesi, soya fasulyesi.*

---

\*Doç. Dr. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Top. Böl.

## ABSTRACT

### Effect of Different Foliar Treatments on Iron Nutrition of Soybean

*This study was conducted to determine the effects of foliar spray of the different compounds on Fe nutrition of soybean.*

*A greenhouse experiment was implemented in factorial design in randomized plots experimental design with three replication and lime was mixed into the soil at three level (% 0, 10 and 20). In the research,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  was applied to the soil at the rates of 0, 15 and 30 mg Fe  $kg^{-1}$ . 0.01 N and 0.001 N  $H_2SO_4$  were sprayed four times on the plants of soil applied  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . As foliar treatment; FeEDDHA, 0.2 % (w/v);  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  1 % (w/v) pH 7 and  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  1 % (w/v) pH 3 were sprayed four times on the plants.*

*Application of  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  through the leaves most increased both total and active Fe concentrations in the plants. Combination of soil applied  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  and foliar spray of  $H_2SO_4$  did not show valuable effect on the Fe fractions in the plants. But, 0.01 N concentration of  $H_2SO_4$  was found to be more effective than 0.001 N  $H_2SO_4$ . The effect of FeEDDHA on the measured parameters in the experiment was intermediate between those of foliar spray of  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  and soil applied  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  with spray of  $H_2SO_4$ .*

**Key Words:** Iron, chlorosis, foliar fertilization, soybean.

## GİRİŞ

Tarım topraklarının mutlak Fe içerikleri genellikle bitkilerin gereksinimlerini karşılayabilecek içerikte olmasına rağmen başta toprakların kireç içerikleri olmak üzere diğer faktörlerin de etkilemesiyle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetiştirilen bitkilerin önemli bir bölümünde Fe beslenme sorunu ile karşılaşmaktadır.

Ülkemiz topraklarının verimlilik durumlarının incelendiği bir çalışmada, tarım topraklarının % 23.08'inin az kireçli, geri kalan % 76.92'lik bölümünün ise kireçli ve çok fazla kireçli özellikte olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu, 1999). Bir diğer çalışmada ise Türkiye'deki tarım topraklarının % 26.87'sinde başka bir anlatımla 7.5 milyon ha tarım alanında yarayıklı Fe içeriğinin 4.5 mg  $kg^{-1}$ 'in altında ve Fe eksikliği olduğu, bitkiler için yarayıklı Fe içeriği ile toprak pH'sı ve kireç içerikleri arasında negatif korelasyonların bulunduğu belirlenmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1998). Bu çalışmalara göre, ülkemiz topraklarının önemli bir bölümünün kireç içeriği yüksek, yarayıklı Fe içeriği ise yetersizdir. Bu durumun bir sonucu olarak ülkemizde yetiştirilen çok sayıda üründe Fe eksikliği önemli miktarlarda ürün kayıplarıyla eko-

nomik, bir sonraki aşamada ise besinlerin kalitesini azaltarak insanlarımızın beslenmesinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bundan ötürü, yurt dışında olduğu gibi ülkemizin değişik bölgelerinde yetiştirilen ürünlerin Fe ile beslenme durumlarının belirlenmesi ve sarılığın giderilmesi amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır (Oktay, 1983; Gedikoğlu, 1990; Köseoğlu, 1993; Kalaycı, 1993; Eyüpoğlu ve Talaz, 1993; Şencan ve ark., 1994; Şarlar ve ark., 1996; Başar, 1996; Başar ve Özgümüş, 1999). Ancak, sarılığın giderilmesi için süreklilik göstererek ekonomik olarak üreticiler tarafından uygulanabilir bir yöntem henüz önerilmemiştir.

Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda, sarı yaprakların yeşil yapraklardan daha fazla toplam Fe içerdiği bildirilmiştir (Oserkowsky, 1933; Mengel ve ark., 1979; Mohammed ve ark., 1998; Zohlen, 2000). Aktif halde olmayan Fe'in apoplast'da biriktiği, apoplastın yüksek pH'sının Fe<sup>+3</sup>'ün indirgenmesini engelleyerek Fe'in birikimine neden olduğu, biriken Fe'in aktif hale dönüşebilmesi için apoplast pH'sının düşmesi gerektiği, ancak düşük pH'da (5.5 – 6.0) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>'in bulunamayacağı rapor edilmiştir (Mengel, 1994; Lucena, 2000; Kosegarten ve ark., 1999a,b; Kosegarten ve Kyro, 2001). Apoplast pH'sının düşürülmesine bağlı olarak aktif durumda olmayan Fe'in aktif hale dönüştürüleceği ve bu şekilde sarılığın giderilebileceği bildirilmiştir (Tagliavini ve ark., 2000).

Alkalin apoplast pH'sının Fe'i inaktivasyonu ilgili bilgiler ile uyumlu olarak yapılan uygulamalardan olumlu sonuçlar alınmış ve sarı yapraklara asit çözeltileri püskürtülerek tekrar yeşillenme sağlanmıştır (Sahu ve ark., 1987). Kosegarten ve ark., (2001) ayçiçeği yapraklarına sitrik asit püskürtülerek apoplast pH'sını 5.5 – 5.0'a düşürmüş ve yapraklardaki Fe içeriği aynı düzeyde olmak üzere tam bir yeşillenme sağlamışlardır. Pestana ve ark., (2001) portakal ağaçlarında görülen Fe sarılığının giderilmesi amacıyla yapraktan Fe (II) sülfat, sülfürik asit, Fe (III) şelat ve destile su uygulamışlar, Fe (II) sülfatın yaprak klorofil, Fe, Zn içeriğini, meyve iriliğini ve kalitesini yükselttiği, Fe (III) şelatın ise yaprak klorofil ve Fe içeriğini ve kalitesini yükselttiğini fakat meyve boyutunu etkilemediği, sülfürik asidin tek başına uygulanması ise meyve kalitesi ve boyutunu etkilemeksizin yaprak klorofil ve Fe içeriğini bir miktar artırdığını ve Fe sarılığının giderilmesi için yaprak uygulamalarıyla kalite ve ürün miktarındaki düşüşlerin önlenebileceğini, bu uygulamaların ucuz bir bileşik olan Fe (II) sülfat ile yapılmasının uygun bir yaklaşım olacağını bildirmişlerdir. Kivide görülen Fe sarılığının giderilmesi amacıyla yapraktan DTPA, sülfürik asit, FeSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>+sitrik asit, sitrik asit, sülfürik asit+FeSO<sub>4</sub> uygulamışlar, sitrik ve sülfürik asit uygulanmasıyla yapraklar yeşillenmiş fakat bu etki Fe bileşiklerinin etkisi kadar olmamış, Fe'in sülfat ve şelat bileşiklerinin etkilerinin bir dereceye kadar benzer olduğu görülmüş, İspanya'da yürütülen çalışmalarda ise sitrik ve askorbik asidin yapraktan uygulanması şeftali ağaçlarında etkili olurken yalnız sitrik asidin

armuda yapraktan uygulanmasının İtalya’da etkili olmadığı, fakat sitrik asit ile Fe sülfatın birlikte uygulanmasının armut yapraklarında klorofil sentezini artırdığı bildirilmiştir (Tagliavini ve ark., 2000).

Bu nedenle, bu çalışma, ülkemizde yetiştirilen çok sayıda üründe görülen Fe sarılığını gidermek için ekonomik ve üreticiler tarafından uygulanabilir bir yöntemi önermek amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Araştırma ve Uygulama Merkezindeki cam serada yürütülmüştür. Araştırma ve uygulama merkezinde, açık alandaki yetiştiriciliği sırasında Fe sarılığı göstermesi nedeniyle, Asgrow firmasından temin edilen A3127 çeşidi soya fasulyesi (*Glycine max. L.*) test bitkisi olarak kullanılmıştır. Tohumlar 3 kg toprak içeren plastik saksılara 3 Mayıs 2001 tarihinde ekilmiştir. Her saksıya 10 tohum gelecek şekilde ekim yapılmış, ekimden yaklaşık 15 gün sonraki çıkış izlenerek, her saksıda 5 bitki bırakılmıştır. Bitkilerin toprak üstü organları 4 Temmuz 2001 tarihinde hasat edilmiş ve sera denemesine bu tarihte son verilmiştir.

Araştırma ve Uygulama Merkezinde, daha önceki yıllarda üzerinde yetiştirilen bitkilerde Fe sarılığı görülen ve alınabilir Fe içeriği yetersiz alanlardan araştırmada kullanılan toprak materyali alınmıştır. Toprak hava kuru su hale getirildikten sonra 5 mm’lik elekten elenmiş ve denemede kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge I’de sunulmuştur. Belirlenen özelliklerden kum, silt ve kil yüzdeleri hidrometre yöntemine göre, pH (1:2.5, toprak:su süspansiyonunda), EC ölçümü doyunluk ekstraktında, organik madde Walkley-Black yöntemi ile, değişebilir Na, K, Ca ve Mg 1.0 N amonyum asetat (pH 7.0) ile ekstraksiyonuyla (Richards, 1954), toplam N Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde kireç Scheibler kalsimetresi ile, alınabilir fosfor 0.5 M sodyum bikarbonat (pH 8.5) ile ekstraksiyonuyla (Olsen ve ark., 1954), alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu içerikleri ise DTPA ile elde edilen ekstraktlarda AAS kullanılarak belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Saksıların içlerine polietilen torbalar yerleştirildikten sonra toprakla doldurulmuşlardır. Araştırma toprağının kimi özelliklerinin besin elementlerinin yarayışlılığını etkileyebileceği düşünülerek N başlangıç, P ve K temel gübre olmak üzere sırasıyla 30, 100 ve 80 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında, ekimden önce topraklara uygulanmıştır. Toprakların nem içerikleri tarla kapasitesi civarında sürdürülmüş ve sulamada saf su kullanılmıştır.

Toprakların artan kireç içeriklerinin araştırma konularının etkinliği üzerine etkisini belirlemek üzere topraklara % 0, 10 ve 20 olmak üzere 3 ayrı

seviyede tarım kireci karıştırılmıştır.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0, 15 ve 30 mg Fe  $\text{kg}^{-1}$  hesabıyla saksı topraklarına uygulanmış ve her dozun uygulandığı saksılardaki bitkilere yapraktan 0.01 ve 0.001 N konsantrasyonlarında  $\text{H}_2\text{SO}_4$  verilmiştir. Bununla birlikte, yapraktan % 0.2 konsantrasyonunda FeEDDHA (Sequestrene 138 Fe), % 1 konsantrasyonda ve pH 3 ve 7 olmak üzere 2 farklı pH'a sahip çözeltiler halinde  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulanmıştır. Bu şekilde uygulanan deneme konuları Çizelge II'de verilmiştir.

Topraktan yapılan uygulamalarda bütün bileşikler ekimden önce toprağa karıştırılmıştır. Ekim tarihinden itibaren ilki 25. gün, diğerleri de 10 gün arayla olmak üzere 4 defa yapraktan gübreleme yapılmıştır. Değişik uygulamalara bağlı olarak bitkilerin gelişimlerinin farklı olması nedeniyle yapraktan uygulamalarda, yaprakların alt ve üst yüzeylerinin tamamen ıslatılmasına özen gösterilmiştir.

**Çizelge I.**  
**Araştırmada kullanılan toprağın kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri**

Toprak özelliği	Belirlenen değer
Bünye	Kil
Kum, %	38.8
Silt, %	18.4
Kil, %	42.8
pH (1:2.5 top.:su)	7.22
Toplam tuz, %	0.25
$\text{CaCO}_3$ , %	0.43
Organik madde, %	2.02
Toplam N, %	0.14
Alınabilir P, mg $\text{kg}^{-1}$	2.21
Değişebilir katyonlar, me $100\text{g}^{-1}$	
K	2.39
Ca	38.94
Mg	13.06
Na	3.20
Alınabilir mikroelementler, mg $\text{kg}^{-1}$	
Fe	2.46
Mn	24.64
Cu	3.02
Zn	3.28

**Çizelge II.**  
**Araştırma konuları ve uygulama oranları**

Uygulama Yöntemi	Uygulamalar	
	Toprak	Yaprak
Toprak ve yaprak*	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (0 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (15 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (30 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Yaprak*	FeEDDHA (%0.2)	
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 3)	
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 7)	

\*Saksılara % 0, 10 ve 20 oranlarında kireç uygulanmıştır.

Kuru madde içeriklerinin belirlenmesi için gerekli işlemler yapıldıktan sonra bitki örnekleri laboratuara getirilmiştir. Örnekler musluk suyu ve 0.1 N HCl içerisinde hızlı bir şekilde yıkandıktan sonra, iki defa da saf sudan geçirilerek kaba filtre kağıtları üzerine serilmiştir. Daha sonra suyu absorbe eden temiz kağıtlar arasında kurulanmış ve bir bölümü aktif Fe analizleri için ayrılmış, diğer bölümü ise toplam Fe analizleri için kurutma dolabında 70°C’de kurutulmuştur.

Aktif Fe analizleri için yaprak örnekleri Katyal ve Sharma (1980)’a göre analize hazır hale getirilmiş ve taze bitki örneklerindeki aktif Fe analizi Takkar ve Kaur (1984) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Kurutulup öğütüldükten sonra analize hazır hale getirilen bitki örnekleri HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub> (4:1) asit karışımı ile yaş yakılmış (Kacar, 1972), yaş yakılan örneklerde toplam Fe AAS yardımıyla belirlenmiştir. Fe analizleri tüm bitki-de yapılmıştır.

Araştırma tesadüf parsellerinde 3 tekrarlamalı faktöriyel deneme desenine göre düzenlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların istatistik analizi Tarist (1994) programı kullanılarak bilgisayarda yapılmıştır.

### ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Araştırmada uygulanan konuların soya fasulyesinin toplam Fe, aktif Fe içeriklerine ve kuru madde miktarı üzerine etkileri ile ilgili sonuçlara varyans analizi uygulanmış, grup ortalamaları A.Ö.F. (Asgari Önemli Fark) testi ile gruplandırılarak sırasıyla Çizelge III, IV ve V’de sunulmuştur.

Çizelge III'de sunulan değerlere göre, toprak ile yaprak ve yaprak uygulamalarının soya fasulyesinin toplam Fe içeriğine olan etkisi, toprakların değişik kireç içeriklerine bağlı olarak farklılık göstererek ayrımlı gruplarda yer almışlardır. Uygulamalara bağlı olarak en yüksek toplam Fe içerikleri yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (%1, pH 3) uygulanan bitkilerde belirlenmiş, bunu yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (%1, pH 7) ve FeEDDHA, topraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ile yapraktan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uygulamalarının kombinasyonları izlemiştir. Yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulaması ile yaprakların toplam Fe içerikleri  $1289 - 1607 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında, topraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulanmasında ise yaprakların toplam Fe içeriklerinin  $85 - 161 \text{ mg kg}^{-1}$  arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 'ın yapraktan uygulanması, topraktan uygulanmasına göre yaprakların toplam Fe içeriğini önemli miktarda artırmış ve bu artışların bitkilerde zehir etkisi yapmadığı görülmüştür. Toprakların kireç içeriğine bağlı olarak, topraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulamaları üzerindeki etkinliğini belirlemek amacıyla yapraktan uygulanan 0.01 N ve 0.001 N konsantrasyonlardaki  $\text{H}_2\text{SO}_4$  soya fasulyesinin toplam Fe içeriklerinde düzenli bir değişime neden olamamıştır. Ancak, ortalama değerler incelendiğinde 0.01 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uygulanan bitkilerin toplam Fe içeriklerinin, 0.001 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uygulanan bitkilerden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, toplam Fe analizlerine uygulanan varyans analizi sonucunda  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 'ın değişik konsantrasyonlarının toplam Fe içeriğinde meydana getirdiği farkın, istatistiksel olarak önemli olduğu ve  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uygulanan soya fasulyesinin toplam Fe içeriğinin 0.01 N'de  $129 \text{ mg Fe kg}^{-1}$ , 0.001 N'de ise  $112 \text{ mg Fe kg}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. Yapraktan FeEDDHA uygulamaları yaprakların toplam Fe içeriklerini, topraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ile yapraktan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  uygulamalarına göre yaklaşık 2 kat artırmıştır. Bu sonuçları destekler mahiyette, Rengel ve ark., (1999) Fe, Mn ve Zn gibi elementlerin şelat formlarının yapraktan absorpsiyonunun inorganik tuzlardan daha düşük, fakat bitkideki hareketliliğinin daha fazla olduğunu ve Fe sarılığını gidermek için yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulanmasının tek seçenek olabileceğini bildirmişlerdir.

Araştırma konularının soya fasulyesinin aktif Fe içeriklerine olan etkisi Çizelge IV'de sunulmuştur. Bu verilere göre, topraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ile yapraktan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 'ın farklı dozlarının kombinasyonlarının tümünün, değişik düzeylerde kireç içeren topraklarda yetiştirilen soya fasulyesinin aktif Fe içeriğine benzer yönde etkili olarak istatistiksel olarak aynı gruplarda yer almışlardır. Aktif Fe içeriklerinde en yüksek artışlar yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (% 1, pH 7) ve  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (%1, pH 3) uygulamalarında gerçekleşmiştir. Yapraktan FeEDDHA uygulamalarının aktif Fe içeriğine etkisi, toplam Fe'de olduğu gibi yapraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ile topraktan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  uygulamaları arasında yer almıştır. Aynı yapraktan uygulama için, toprakların değişik kireç içeriklerine bağlı olarak yaprakların aktif Fe içeriklerinde istatistiksel yönden önemli ve düzenli bir ilişki belirlenememiştir.

**Çizelge III.**  
**Araştırma konularının soya fasulyesinin toplam Fe içeriğine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>)\***

Konular		Kireç seviyeleri, %			Ortalama
		0	10	20	
Toprak	Yaprak				
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (0 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	116 efgh	121 ghı	120 ghı	134
	0.001N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	113 hı	107 hı	100 hı	107
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (15mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	127 fghı	94 hı	105 hı	108
	0.001N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	99 hı	85 ı	92 hı	92
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (30 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	146 fghı	156 efghı	137 fghı	146
	0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	161 efghı	110 hı	144 fghı	139
	FeEDDHA (% 0.2)	228 de	198 def	262 d	229
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 7)	1289 c	1419 b	1384 b	1364
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 3)	1387 b	1607 a	1381 b	1459

\*Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır.

Toprak ve yaprak uygulamaları ile toprakların değişik düzeylerdeki kireç içerikleri arasındaki etkileşimin soya fasulyesinin kuru madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge V). Bununla birlikte, kireç düzeylerine bağımlı olmaksızın, toprak ile yaprak ve yaprak uygulamalarının kuru madde miktarları üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve A.Ö.F. testine göre konu ortalamaları farklı gruplarda yer almışlardır. Kuru madde ağırlığına göre konu ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunsa dahi, kendi içinde ve toplam Fe ve aktif Fe analizleriyle uyumlu bir gruplaşma olmadığı gibi bu sonuçlara göre kuru madde miktarlarını da değerlendirerek etkin uygulamaları belirleyebilmek olanaklı görülmemektedir.

Dünyanın değişik yörelerinde yetiştirilen fazla sayıda üründe görülen Fe sarılığını gidermek için birçok yöntem ve bileşiğin denendiği ve araştırma sonuçlarımızı destekleyen bazı çalışmaların sonuçlarında; Pestane ve ark., (2001) portakal ağaçlarında görülen sarılığın giderilmesinde yapraktan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ın verilmesinin hafif etkili, yapraktan Fe (II) sülfat uygulanmasını ise en etkin uygulama olarak bildirmişlerdir. Misket limonuna yapraktan FeSO<sub>4</sub> (%0.5) + sitrik asit (%0.05) uygulanmasının kontrole göre aktif ve toplam Fe'yi iki kat artırdığı (Patel ve ark., 1997), Sarılıklı şeftali ağaçlarına topraktan ve yapraktan çeşitli uygulamalar yapan Rabanifar ve Samar (1998), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+FeSO<sub>4</sub>, sitrik asit ve FeSO<sub>4</sub>'ın, Pestana ve ark., (1999) ise narenciyede görülen sarılığın giderilmesinde yapraktan FeSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve FeEDDHA'nın etkili uygulamalar olduğunu bildirmişlerdir. Kivide görülen



kirecin neden olduğu sarılığın giderilmesi amacıyla, yaprakların yeşillenmesi üzerindeki etkilerine göre uygulamaların FeDTPA > sitrik asit > H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> şeklinde sıralandığı, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'in yaprakların pH'larını değiştirmedığı ve FeDTPA'nın aktif ve toplam Fe'i en fazla artıran uygulama olduğu bildirilmiştir (Tagliavini ve ark., 1995). Bununla birlikte, asit çözeltiler dışında çeşitli bitkilere yapraktan uygulanan kimi bileşikler içinde FeSO<sub>4</sub>'ın en etkili bileşik olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Kaundal ve ark., 1994; Potdar ve ark., 1995; Ohwaki ve ark., 1997).

**Çizelge IV.**  
**Araştırma konularının soya fasulyesinin aktif Fe içeriğine etkisi (mg kg<sup>-1</sup>)\***

Konular		Kireç seviyeleri, %			Ortalama
Toprak	Yaprak	0	10	20	
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (0 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.1 d	13.6 d	13.5 d	14.4
	0.001N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.3 d	14.3 d	14.5 d	15.0
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (15mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18.1 d	13.2 d	13.6 d	14.9
	0.001N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13.9 d	12.2 d	15.1 d	13.8
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (30 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15.4 d	16.8 d	14.7 d	15.6
	0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.4 d	14.2 d	13.8 d	14.8
	FeEDDHA (% 0.2)	43.7 c	36.4 c	42.0 c	40.7
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 7)	203.2 a	193.4 a	194.8 a	197.1
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 3)	159.6 b	202.7 a	165.2 b	175.8

\*Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır.

**Çizelge V.**  
**Araştırma konularının soya fasulyesinin kuru madde miktarına etkisi (g saksı<sup>-1</sup>)\***

Konular		Kireç seviyeleri, %			Ortalama
Toprak	Yaprak	0	10	20	
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (0 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22.4	22.3	22.7	22.5 bcd
	0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	23.1	22.1	23.6	22.9 bcd
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (15mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	22.7	24.7	23.9	23.8 bc
	0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	23.8	27.4	25.4	25.5 a
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (30 mg Fe kg <sup>-1</sup> )	0.01 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	19.4	24.3	23.1	22.3 cd
	0.001 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21.9	23.9	24.2	23.3 bcd
	FeEDDHA (% 0.2)	21.0	23.7	23.5	22.7 bcd
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 7)	20.5	22.2	25.1	22.6 bcd
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (%1, pH 3)	21.9	23.6	26.5	24.0 bc

\*Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır.

Araştırmamız sonuçları önceki çalışmaların sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, Fe sarılığının giderilmesi amacıyla  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 'nun etkili bileşik olduğu ve yapraktan uygulamalarda başarıyla kullanılabileceği anlaşılmaktadır. FeEDDHA'nın da aktif ve toplam Fe içeriklerini artırarak sarılığın giderilmesi üzerinde etkili olması nedeniyle, yapraktan uygulamalarda tavsiyesinin olanaklı olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Başar, H. 1996. Evaluation of various treatments as soil application in correcting iron chlorosis in peach trees. *Ulud. Üniv Zir Fak. Derg.*, 12: 191 – 198.
- Başar, H. ve A.Özgümüş. 1999. Değişik demirli gübre ve dozlarının şeftali ağaçlarının bazı mikrobesein elementi içerikleri üzerine etkisi. *Tr J of Agriculture and Forestry*. 23: 273 – 281.
- Bremmer, J.M.1965. Nitrogen. In: Methods of Soil Analysis. (Ed.: C.A. Black) Part II. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Series. No: 9. Amer. Soc.Argon. Inc., Madison, Wisconsin. USA.
- Eyüpoğlu, F. ve S.Talaz. 1996. Klorotik elma ağaçlarına topraktan uygulanan demirin bakiye etkisi. Köy Hiz. Gen. Müd., Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müd. Yayın no: 98.
- Eyüpoğlu, F., N.Kurucu ve S.Talaz. 1998. Türkiye topraklarının bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Ankara.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın no: 220. Teknik Yayın no: T – 67. Ankara.
- Gedikoğlu, İ. 1990. Ankara yöresinde armut ağaçlarında görülen mikrobesein maddeleri noksanlıklarının teşhisi ve tedavisi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın no: 163. Rapor Seri no: 85. Ankara.
- Kacar, B.1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, II. Bitki analizleri. Ank Üniv Zir Fak. Yayınları no: 453. Ankara.
- Kalaycı, M. 1993. Değişik mikroelement uygulamalarının buğdayın verimine etkisi. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yıllık Raporu. Eskişehir.
- Katyal, J.C. and B.D.Sharma. 1980. A new technique of plant analysis to resolve iron chlorosis. *Plant and Soil*. 55: 105 – 119.

- Kaundal, G.S., Manjeet-Singh, N.P. Kaur and M.Singh.1994. Correcting lime induced iron chlorosis in peach rootstock seedlings. *Indian Journal of Plant Physiology*. 37 (4): 217 – 220.
- Kosegarten,H., B.Hoffmann and K.Mengel. 1999a. Apoplastic pH and Fe<sup>III</sup> reduction intact sunflower leaves. *Plant Physiol*. 121: 1069 – 1079.
- Kosegarten, H., F.Grolig, A.Esch, K.H.Glügenkamp and K.Mengel. 1999b. Effects of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> on apoplast pH in the outer cortex of root zones of maize as measured by fluorescence ratio of boronic acid. *Planta*. 209: 444 – 452.
- Kosegarten, H. and H.W. Kyro. 2001. Apoplastic accumulation of iron in the epidermis of maize (*Zea mais*) roots grown in calcareous soil. *Physio Plant*. 2001. Press.
- Kosegarten, H., B.Hoffmann and K.Mengel.2001. The paramount influence of nitrate in increasing apoplastic pH of young sunflower leaves to induce Fe deficiency chlorosis and re-greening effect brought about by acidic foliar sprays. *J Plant Nutr Soil Sci*. 164: 155 – 163.
- Köseoğlu, A.T. 1993. Uluborlu ve Senirkent (Isparta) yörelerinde yetiştirilen kirazların beslenme durumlarının belirlenmesi. II. mikrobesein elementleri. *Tr J of Agriculture and Forestry*. 19: 349 – 353.
- Lindsay, W.L. and W.A.Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci Soc Amer J*. 42: 421 – 428.
- Lucena, J.J. 2000. Effects of bicarbonate, nitrate and other environmental factors on iron deficiency chlorosis, A review. *J of Plant Nutr*. 23 (11&12): 1591 – 1606.
- Mengel, K., H.W. Scherer and N. Malissiovas. 1979. Die Chlorose aus der Sicht der Bodenchemie und Rebenerfahrung. *Mitt Klosterneuburg*. 29: 151 – 156.
- Mengel, K. 1994. Iron availability in plant tissues – iron chlorosis on calcareous soils. *Plant and Soil*. 165: 275 – 283.
- Mohammed, M.J., H.Najim and S. Khresat. 1998. Nitric acid and o-phenanthroline extractable iron for diagnosis of iron chlorosis in citrus lemon trees. *Commun. Soil Sci Plant Anal*. 29 (7&8): 1085 – 1045.
- Ohwaki, Y., S.Kraokaw, S. Chotechuen, Y.Egawa and K. Sugahara. 1997. Differences in response to iron deficiency among various cultivars of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Plant and Soil*. 192 (1): 107 – 114.

- Oktaç, M. 1983. Satsuma mandarinlerinde (*Citrus unshiu Markovitch*) görülen kloroza etkili etmenler üzerinde bir araştırma. Doktora tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Olsen, S.R., C.V.Cole, P.S. Watanabe and L.A.Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. of Agr. Cir. 939. Washington DC.
- Oserkowsky, J. 1933. Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic pear leaves. *Plant Physiol.* 8: 449 – 468.
- Patel, P.C., M.S.Patel and N.K.Kalyanasundarem. 1977. Effect of foliar spray of iron and sulphur on fruit yield of chlorotic acid lime. *Journal of the Indian Society of Soil Science.* 45 (3):529 – 533.
- Pestana, M., D.A.Goncalves, A. de Varennes, E.A.Faria, A. de Varennes, D.Anaç and P. Martin Prevel. 1999. The recovery of citrus from iron chlorosis using different foliar applications. Effects of fruit quality. Improved Crop Quality by Nutrient Management, 95 – 98. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Netherlands.
- Pestana, M., P.J. Correia, A. de Varennes, J. Abadia and E.A. Faria. 2001. Effectiveness of different foliar iron applications to control iron chlorosis in orange trees grown on a calcareous soil. *J of Plant Nutr.* 24 (4&5): 613 – 622.
- Potdar, M.V., M.M.Anders and J.Abadia. 1995. On-farm performance of groundnut genotypes under different land configurations and foliar iron sprays for the correction of iron chlorosis on calcareous soils in India. Iron Nutrition in Soils and Plants. Proceedings of the Seventh International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants. Zaragoza. Spain. 27 June – 2 July. 1993. Developments in Plant and Soil Sciences. 59: 111 – 118.
- Rabanifar, H. and M.Samar. 1998. Effect of foliar acid spraying for greening of chlorotic peach leaves. *Soil and Water Journal.* 12 (1):28 – 33.
- Rengel, Z., G.D.Batten and D.E.Crowley. 1999. Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crops Research.* 60:27- 40.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook. 5: 105 – 106.
- Sahu, M.P., D.D.Sharma, G.L.Jain and H.G. Singh. 1987. Effects of growth substances, sequestrone 138 Fe and sulphuric acid on iron chlorosis of garden peas (*Pisum sativum L.*). *J Horticulture Sci.* 62: 391 - 394
- Şarlar, G., Ç.Genç ve S. Ufuk. 1996. Bazı yabani şeftali tiplerinin kloroza toleranslarının ve anaçlık özelliklerinin saptanması. Tarım ve

Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bilimsel Araştırma ve İncelemeler Yayın no: 90. Yalova.

- Şencan, N., Ü.Özolçum, F.Akbaş ve K.Üner. 1994. Denizli yöresi bağlarında kirecin neden olduğu demir klorozunun giderilmesinde demir bileşiklerinin etkilerinin saptanması. Menemen Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Proje no: 622-4/D-405.
- Tagliavini, M., D.Scudellari, B.Marangoni, M.Toselli and J.Abadia.1995. Acid-spray regreening of kiwifruit leaves affected by lime-induced iron chlorosis. Iron Nutrition in Soils and Plants. Proceedings of the seventh international symposium. Spain. 27 June–2 July 1993. Kluwer Academic Publishers. 191–195, 22. Dordrecht. Netherlands.
- Tagliavini, M., J. Abadia, A.D. Rombola, A. Abadia, C. Tsipouridis and B. Marangoni. 2000. Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. *J of Plant Nutr.* 23 (11&12): 2007 – 2022.
- Takkar, P.N. and N.P. Kaur. 1984. HCl method for Fe<sup>+2</sup> estimation to resolve iron chlorosis in plants. *J of Plant Nutr.* 7 (1-5): 81 – 90.
- Tarist, 1994. Genel istatistik sürüm, 4.01 DOS. Ege Ormancılık Araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü. İzmir.
- Zohlen, A. 2000. Use of 1,10-phenanthroline in estimating metabolically active iron in plants. *Commun. Soil Sci Plant Anal.* 31 (3&4): 481 – 500.