

# Fasülye Bitkisinin (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*) Demirli Gübrelemeye Responsu ile Toprakların Kloroz İndis Değerleri ve Bazı Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Hawa Sera ŞENDEMİRCİ<sup>1</sup>

Ahmet KORKMAZ<sup>2\*</sup>

Güney AKINOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail) : akorkmaz@omu.edu.tr

Geliş tarihi (Received) : 31.03.2016

Kabul tarihi (Accepted): 27.04.2016

## Öz

Bu araştırmada, fasülye bitkisinin demirli gübrelemeye responsu ile toprakların kloroz indis değerleri ve bazı özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bafra, Çarşamba ve Suluova'dan 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile alınabilir demir ve kloroz indis değerleri tespit edilmiştir. Fasülye bitkisinin demirli gübrelemeye responsunu belirlemek için, sera şartlarında deneme topraklarına Fe<sub>0</sub>: 0 (kontrol), Fe<sub>1</sub>:2, Fe<sub>2</sub>:4 ve Fe<sub>3</sub>:8 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında Fe-EDDHA formunda demir (Fe) uygulanmıştır. Fe-EDDHA uygulanmasıyla fasülye kuru madde miktarı toprakların kireç kapsamı arttıkça artmıştır. Toprakların toplam ve aktif kireç kapsamı arttığında, yararlı demir kapsamının azaldığı ve toprakların kloroz indis değerlerinin (indis-1 ve indis-2) arttığı belirlenmiştir. Toprakların kloroz indis değerleri arttıkça, uygulanan demirli gübrenin kontrole göre bitkinin kuru madde miktarında sağladığı artış oranları yükselmiştir. Toprakların kum kapsamının artmasıyla yararlı demir azalırken, artan organik madde miktarı yararlı demir kapsamını artırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Alınabilir demir, fasülye, Fe-EDDHA, kloroz indis değerleri, toplam ve aktif kireç

## The Relationships between Response of Beans (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*) Plant to Iron and Chlorosis Indices Values and Some Properties of Soils

### Abstract

The aim of this research was to determine iron fertilization response of beans plants and the relationship between chlorosis indices values and some properties of soils. Soil samples taken from 0-20 cm depth of agricultural lands from Bafra, Çarşamba and Suluova districts were determined some physical and chemical properties and iron chlorosis index values. Fe<sub>0</sub>: 0 (control), Fe<sub>1</sub>:2, Fe<sub>2</sub>:4 ve Fe<sub>3</sub>:8 mg kg<sup>-1</sup> doses of Fe-EDDHA in the form of iron (Fe) were applied to the experiment soils in the greenhouse conditions to detect respons to the iron fertilization of bean plants. As the lime of soils increased, the amount of beans dry matter with Fe-EDDHA application increased. When total and active lime content of the soils have increased it is determined that a decrease in the available iron contents and an increase in the chlorosis indices 1 and 2 values of soils. As the chlorosis indices-1 and indices-2 values of soils

increased, the rate increase of dry matter amount with iron application compared to the control ( $Fe_0$ ) increased. While increasing sand content of soil led to a reduction of plant-available iron, increasing organic matter content resulted rising plant-available iron.

**Key Words:** Available iron, bean, Fe-EDDHA, chlorosis indice values, total and active lime

## GİRİŞ

Çözeltili kültürleri ve toprakla yapılan araştırmalar, çeşitli etmenlerin bitkilerde demir klorozuna neden olabildiğini göstermiştir. Toprakta ve bitki gelişme ortamında yüksek pH, toprakta aşırı miktarda kalsiyum ve magnezyum karbonat ve bikarbonatlar, kireçli topraklarda aşırı nem, sulama sularında fazla bikarbonat iyonu, toprakta kötü havalanma durumu, yarayışlı demir miktarının düşüklüğü, kök ortamında aşırı fosfor ve aşırı miktarda Cu, Zn, Mn, Co, Ni, Cd gibi ağır metal iyonları, aşırı nitrat azotu uygulaması, bitki çeşitlerinin kloroza duyarlılığı, sıcaklıktaki ekstrem değerler ve yüksek ışık intensitesi, organik maddenin çok düşük ya da çok yüksek olması, nematodlar ve virüsler gibi etmenler bitkilerde demir klorozuna sebep olabilmektedir (Özgümüş, 1987).

Demir klorozuna neden olan çeşitli faktörler arasındaki ilişkinin belirlenmesi sorunun çözümünde büyük önem taşımaktadır. Genetik kontrol, kloroza neden olan çevre koşullarının düzeltilmesi ve toprağa veya yapraklara demirli gübrelerin uygulanması gibi önlemler demir klorozunu önlemek veya gidermek üzere uygulanan işlemlerden bazılarıdır (Özgümüş, 1987; Başar, 1997).

Demir klorozunu noksanlığının giderilmesi diğer bitki besin maddesi elementlerine göre daha zor ve maliyeti yüksek olan bir işlemdir. Kireçli topraklarda demir noksanlığı ile karşılaşılabilir. Bitki tür ve çeşitleri arasında demir klorozuna duyarlılık yönünden çok farklılıklar bulunduğu için dolayı, bu tip topraklarda kloroza toleranslı veya dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bitkilerde demir noksanlığını gidermek üzere kullanılan en güvenilir demir kaynakları şelatlardır. Şelatların alkaline topraklarda bitkilere demir sağlama derecesi, şelatların çeşitli pH düzeylerindeki stabilitelerine bağlıdır (Norvell, 1972). Şelatlar içerisinde kireçli topraklar için en etkin demir kaynağı Fe-EDDHA'dır (Loué, 1986). Ancak demir şelatların maliyetinin yüksek olması sebebiyle, mutlaka ihtiyaç halinde kloroz riski taşıyan arazilerde ve bitkilerde kullanılmalıdır. Bunu sağlamak için arazilerin önceden demir kloroz riski taşıyıp taşımadıkları tespit edilmelidir.

Cox ve Kamprath (1972) tarafından topraklarda demir kloroz ihtimalinin ortaya konulmasında toplam kireç kapsamının tek başına belirleyici bir indeks olamayacağı belirtilmiştir. Araştırmacılar toprakların yarayışlı demir kapsamlarının belirlenmesinde ekstraksiyon yöntemlerinin kullanılması gerektiğini de bildirmişlerdir. Loué (1986), toprakların demir klorozu gösterme güçlerinin bir ölçüsü olarak, toprakta aktif kirecin belirlenmesi gerektiğini bildirmiştir. Juste ve Pouget (1972) tarafından sadece aktif kirecin değil, toprakların kloroz indeks değerlerinin belirlenmesinin de önemli olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar bu indeksin belirlenmesinde toprakların aktif kireç kapsamı ile amonyum oksalatla kolayca ekstrakte edilebilir demir kapsamını kullanmışlardır. Bulunan indeks değerlerinin özellikle asma bahçesi topraklarında kloroz riskinin ortaya konulmasında kullanıldığını bildirmişlerdir.

Morlat ve Courbe (1981) indis formülündeki kolayca ekstrakte edilebilir demiri belirlemek için amonyum oksalat ekstraksiyon yöntemi yerine EDTA ekstraksiyon yönteminin kullanılabilirliğini, EDTA ile ekstrakte edilebilir demir değerlerinin kullanılması halinde belirlenen indis değerlerinin bitkinin demir sağlama durumunu ve toprakların demir kloroz riskini daha iyi göstereceğini bildirmişlerdir.

Champagnol (1984), toprakta aktif kalkerin ve kloroz indis değerlerinin eşik değerlerinin asma anaçlarına göre değiştiğini, aktif kireç için eşik değerlerinin anaçlara göre değişmekle beraber % 6-40 arasında olduğunu, kloroz indis değerleri için eşik değerlerinin anaçlara göre değişmekle beraber 5-120 arasında olduğunu bildirmiştir.

Boer ve Reisenauer (1973), DTPA yöntemi için kritik demir düzeyinin 5-6 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, bu seviyenin üzerinde demir içeren topraklarda demir klorozu görülmediğini tespit etmişlerdir. Buna karşın Lindsay ve Norvell (1969), tarafından belirtilen 0,005M DTPA + 0,01M CaCl<sub>2</sub> + 0,1M Triethanolamin (pH:7.3) yöntemi için kritik değer Lindsay (1979) tarafından 4.5 mg kg<sup>-1</sup> bildirilmiştir. Araştırmacı, 4.5 mg kg<sup>-1</sup> üzerinde demir içeren topraklarda demirli gübrelemeye respons alınmadığını da bildirmiştir.

Lindsay (1974), kalkerli topraklar için en iyi demirli gübrenin Fe-EDDHA olduğunu, Loué (1986), demir noksanlığını önlemek için topraktan uygulanan demir şelatları arasındaki etkinlik farkının yüksek pH'lı topraklarda şelatların stabiliteleleri ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Fe-EDDHA şelatının bütün pH'larda stabil kaldığını, Fe-EDTA şelatının pH 6.3'ün üzerinde stabilitesinin bozulduğunu, Fe-DTPA şelatının ise pH 7.5'in üzerinde stabilitesinin bozulduğunu ve topraktaki kalsiyumun şelatdaki demirin yerine geçtiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmanın amacı Bafra, Çarşamba ve Suluova topraklarında fasülye bitkisinin demirli gübrelemeye responsu ile toprakların kloroz indis değerleri ve bazı özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme toprakları Bafra, Çarşamba ve Suluova ilçelerinin tarım arazilerinde 0-20 cm toprak derinliğinden sert plastik bir kürekle alınmıştır. Topraklarda bünye Bouyoucos (1951), toprak reaksiyonu Jackson (1962), toplam kireç Hızalan ve Ünal (1966), aktif kireç Drouineau (1942), organik madde Chapman ve Pratt (1961), alınabilir fosfor Olsen vd., (1954) ve alınabilir demir 0,005M DTPA+0,01M CaCl<sub>2</sub> +0,1M TEA, (pH=7,3) ekstraksiyon yöntemiyle Lindsay ve Norvell (1969) tarafından bildirildiği gibi belirlenmiştir. Ayrıca kloroz indeks-1 ve indeks-2 değerleri Loué (1986)'da bildirildiği şekilde aşağıdaki formüle (eşitlik 1) göre hesaplanmıştır.

$$KİD = \frac{A \cdot 10^4}{B^2} \quad (1)$$

KİD = Kloroz indeks değeri

A = Aktif kireç (%)

B = Kolayca ekstrakte edilebilir demir (mg kg<sup>-1</sup>)

Bu formülde kloroz indeks-1 değerleri hesaplanırken kolayca ekstrakte edilebilir demir kapsamları 0.05M EDTA ile ekstrakte edilmiş, indeks-2 değerleri hesaplanırken ise kolayca ekstrakte edilebilir demir kapsamları 0,2 N amonyum okzalat ile ekstrakte edilmiştir (Loué, 1986).

Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yapılan sera denemesinde plastik saksılara 4600g tam kuru toprak konulmuştur. Bütün saksılara ekimden önce 100 mg kg<sup>-1</sup> N (amonyum nitrat), 200 mg kg<sup>-1</sup> K (potasyum sülfat) verilmiştir. Deneme toprakları, 15 no' lu toprak hariç, yarıyışlı fosfor kapsamları yönünden yeterli bulunmuştur. Bu

nedenle saksı denemesinde topraklara fosforlu gübre verilmemiştir. Denemede topraklara Fe<sub>0</sub>: 0 (kontrol), Fe<sub>1</sub>:2, Fe<sub>2</sub>:4 ve Fe<sub>3</sub>:8 mg kg<sup>-1</sup> dozlarında Fe-EDDHA formunda demir (Fe) uygulanmıştır. Her saksıya 6 adet fasülye tohumu (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*) ekilmiştir. Daha sonra her saksıda 2 bitki bırakılarak seyreltme yapılmıştır. Denemeye 80 gün devam edilmiş ve bu süre içerisinde saksılar her gün tartılarak tarla kapasitesinde tutulmuştur. Deneme bitiminde bitkiler toprak hizasından çelik makasla kesilerek hasat edilmiş ve 65 °C' de etüvde kurutulmuştur. Kontrol ve farklı dozlarda demirli gübre uygulayarak yetiştirilen fasülye bitkisinin kuru madde miktarları belirlendikten sonra, deneme topraklarında demirli gübrelemeyle kuru maddede sağlanan % değişim değerleri aşağıdaki formüle (eşitlik 2) göre hesaplanmıştır.

$$KGD = \frac{(A - B)}{B} \times 100 \quad (2)$$

KGD = Kontrole Göre Değişim (%)

A= Demirli gübreleme ile elde edilen kuru madde miktarı (g/saksı)

B= Kontrolde (Fe<sub>0</sub>) elde edilen kuru madde miktarı (g/saksı)

Denemeden elde edilen sonuçların korelasyon ve regresyon analizleri Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Deneme Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde kil bünyeli topraklar Çarşamba'dan alınanların % 30'unu, Bafra'dan alınanların % 33'ünü, Suluova'dan alınanların % 42.9' unu oluşturmuştur. Killi tın bünyeli topraklar ise Çarşamba'dan alınanların % 30'unu, Bafra'dan alınanların % 44.4' ünü, Suluova'dan alınanların % 28.6'sını teşkil etmiştir. Tın bünyeli topraklar ise Çarşamba'dan alınanların % 10'unu, Bafra'dan alınanların % 11,1'ini, Suluova'dan alınanların % 28,6' sını oluşturmuştur. Ayrıca Çarşamba'dan alınan toprakların % 30'u siltli kil, % 20'si siltli tınlı bir bünyeye sahip, Bafra'dan alınan toprakların ise % 11,1'i kumlu tın bünyeye sahiptir. Buna göre deneme topraklarının büyük bir kısmı kil ve killi tın bünyelidir.

**Cizelge 1.** Deneme toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

**Table 1.** Some of the physical and chemical properties of experiment soils

Top. No	Alındığı yer	Kum %	Silt %	Kil %	pH	Toplam Kireç %	Aktif kireç %	Org. madde %	Yarayışlı Fe mg kg <sup>-1</sup>	Alınabilir P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/da <sup>-1</sup>
1	Çarşamba(Çınarcık)	32,5	37,0	30,5	7,6	15,5	7,3	1,3	15,4	7,2
2	Çarşamba (Karabahçe)	15,7	60,3	24,0	6,9	3,2	3,0	2,7	19,5	15,2
3	Çarşamba (Ovacık)	24,3	27,4	48,3	6,9	1,3	2,3	2,2	41,4	42,9
4	Çarşamba (Hürriyet)	28,2	39,2	32,6	6,6	6,0	4,4	1,6	13,6	18,4
5	Çarşamba (Ahubaba)	18,0	36,4	45,6	6,5	0,5	3,5	2,4	15,6	24,1
6	Suluova (Saluca)	36,7	27,3	36,0	7,6	16,5	9,8	1,9	4,4	14,4
7	Suluova (Uzunoba)	25,0	22,8	52,2	7,3	16,1	12,9	1,6	4,9	137,6
8	Suluova (Yüzbey)	32,9	42,6	24,5	7,5	12,3	6,5	1,1	8,0	18,2
9	Suluova (Kurnaz)	34,5	27,8	37,7	7,2	15,3	10,2	1,5	4,8	14,3
10	Suluova (Saygılı)	29,4	27,0	43,6	6,9	9,5	7,1	2,3	3,9	29,2
11	Suluova (Eraslan)	14,5	25,0	60,6	7,5	11,8	9,1	2,1	7,3	25,4
12	Suluova (Hacıbayram)	46,6	28,9	24,5	7,4	9,1	4,5	2,3	6,4	10,4
13	Çarşamba(Kurtahmetli)	13,9	36,5	49,6	6,8	0,9	2,5	2,0	15,6	52,0
14	Çarşamba (Muşçalı1)	9,4	49,0	41,6	7,7	10,8	8,7	2,5	29,2	6,3
15	Çarşamba (Bafraçalı)	32,2	46,0	21,8	7,3	6,3	3,3	0,8	11,7	2,0
16	Çarşamba (Muşçalı2)	23,0	55,0	21,9	7,2	7,8	3,8	2,5	35,7	12,6
17	Çarşamba (Y. Donurlu)	35,3	36,0	28,7	7,6	1,2	2,0	1,6	14,2	7,7
18	Bafra (Doğanca1)	15,7	20,3	64,0	7,1	0,0	2,3	3,0	30,3	17,6
19	Bafra (Koşuköyü)	34,5	45,6	19,9	7,7	10,5	4,0	1,9	15,6	10,4
20	Bafra (Şeyhören)	26,5	30,1	45,3	7,6	2,2	3,5	2,3	13,4	28,4
21	Bafra (Kalaycalı)	23,4	44,0	32,6	7,3	7,2	4,4	2,4	9,3	12,0
22	Bafra (Adaköyü)	22,9	44,5	32,6	7,4	10,5	6,0	2,5	15,9	13,6
23	Bafra (Fenerköyü)	56,8	35,7	7,50	7,2	10,3	3,0	0,7	5,3	20,8
24	Bafra (Şarikaya)	19,7	45,3	35,0	5,2	0,0	2,4	2,0	33,3	51,9
25	Bafra (Doğanca2)	22,5	38,0	39,5	7,3	0,3	1,8	2,2	42,5	17,3
26	Bafra (Sahilkent)	13,4	29,0	57,6	6,7	4,8	4,9	4,1	21,9	23,3

pH değerleri 6-7 aralığında olan topraklar Çarşamba'dan alınanların % 50'sini, Bafra'dan alınanların % 11,1'ini ve Suluova'dan alınanların % 11,3'ünü oluşturmuştur. pH'sı 7-8 aralığında olan topraklar Çarşamba'dan alınanların % 50'sini, Bafra'dan alınanların % 77,8'ini, Suluova'dan alınanların %85,7'sini oluşturmuştur. pH'sı 5-6 aralığında olan topraklar sadece Bafra'dan alınmış ve alınan toprakların % 11,1'ini oluşturmuştur. Buna göre alınan toprakların büyük bir kısmının pH'sı 7-8 arasındadır.

Deneme topraklarının kireç kapsamı çoğunlukla % 5-15 arasında bulunmakla beraber Suluova'dan alınanların yaklaşık yarısı % 5-15 arasında ve diğer yarısının ise % 15-25 arasında kireç içerdiği görülmüştür. % 5-15 arası kireç içeren topraklar Çarşamba'dan alınanların % 40'ünü, Bafra'dan alınanların % 44,4'ünü, Suluovadan alınanların % 57,1'ini oluşturmuştur. % 15-25 arası kireç kapsayan topraklar ise Çarşamba'dan alınanların % 10'unu, Suluova'dan alınanların % 42,9'

unu kapsamıştır. Bafra'dan alınan topraklar bu aralıkta kireç içermemiştir. Diğer yandan %1'den az kireç kapsayan topraklar Çarşamba'dan alınanların % 20'sini, Bafra'dan alınanların % 33,3'ünü teşkil etmiş, % 1-5 arası kireç kapsayan topraklar ise Çarşamba'dan alınanların % 30'unu, Bafra'dan alınanların % 22,2'sini oluşturmuştur. Suluova'dan alınan topraklar arasında %1'in altında ve % 1-5 arası kireç kapsayan topraklara rastlanmamıştır.

Deneme topraklarının organik madde kapsamı çoğunlukla orta düzeyde olup % 2-3 arasında bulunmuştur. Orta düzeyde organik madde içeriğine sahip topraklar Çarşamba'dan alınanların % 60'ını, Bafra'dan alınanların % 55,6'ını, Suluova'dan alınanların % 42,9'ünü teşkil etmiştir. Organik madde kapsamı % 1-2 arası fakir topraklar ise Çarşamba'dan alınanların % 30'unu, Bafra'dan alınanların % 11,1'ini, Suluova'dan alınanların % 57,1'ini teşkil etmiştir. Ayrıca % 1'in altında çok düşük düzeyde organik madde kapsayan topraklar Çarşamba'dan alınanların % 10'unu, Bafra'dan

alınanın % 11,1'ini oluşturmuştur. Ayrıca Bafra'dan alınan toprakların % 11,1'i % 3-4 arasında yüksek düzeyde; % 11,1'i ise % 4'den fazla çok yüksek düzeyde organik madde içermiştir. Çarşamba'dan alınan toprakların % 60'ı, Bafra'dan alınanın % 78'i, Suluova'dan alınan % 85,7' si alınabilir fosfor kapsamları bakımından çok yüksektir. Çarşamba'dan alınan toprakların % 10'unun çok az düzeyde fosfor içerdiği, % 30'unun orta düzeyde fosfor içerdiği belirlenmiştir. Bafra ve Suluova topraklarının alınabilir fosfor kapsamları çoğunlukla yüksek bulunmuş olup, bu durum uzun süreden beri yapılan şekerpancarı yetiştiriciliğinde aşırı fosforlu gübre kullanımına bağlanmıştır,

Lindsay ve Norvell (1972) yöntemi için Boer ve Reissenauer (1973) tarafından kritik düzey olarak verilen sınır değerine göre (6 mg kg<sup>-1</sup> Fe) Suluova-Saluca, Uzunoba, Kurnaz, ve Saygılı'dan alınan topraklarla, Bafra- Fenerköyü toprakları noksanlık düzeyinde demir kapsamıştır. Bafra'dan alınan toprakların %11,1' inin Suluova'dan alınan toprakların % 57,1'inin DTPA ile ekstrakte edilebilir demir kapsamı 6 mg kg<sup>-1</sup>'dan düşük bulunmuştur. Çarşamba'dan alınan toprakların hepsi 6 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerinde demir içermiştir.

Loué (1986) tarafından DTPA yöntemi için bildirilen topraktaki yarayışlı demiri değerlendirme kriterlerine göre, 10 mg kg<sup>-1</sup>'dan az demir kapsayan Suluova'nın Saluca, Uzunoba, Yüzbey, Kurnaz, Saygılı, Eraslan, Hacıbayram ile Bafra'nın Kalaycılı, Fenerköyü mevki topraklarında demir noksanlığı riski yüksek bulunmuştur. Bununla beraber 10-20 mg kg<sup>-1</sup> arası demir kapsayan Çarşamba'nın Çınarcık, Karabahçe, Hürriyet,Ahubaba, Kurtahmetli, Bafraçalı, Y. Donurlu ile Bafra'nın Koşuköyü, Şeyhören ve Adaköyü topraklarında çok düşük de olsa demir noksanlığı riski vardır. Nitekim sera koşullarında 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23 ve 26 numaralı topraklarda yetiştirilen fasülye bitkisi demirli gübrelemeye olumlu cevap vermiştir.

### **Toprakların Kloroz İndis 2 Değerlerine Bağlı Olarak Fasülye Bitkisinin Demirli Gübrelemeye Responsu**

Toprakların kloroz indeks 2 değerlerine bağlı olarak fasülye bitkisinin demirli gübrelemeye responsunu ortaya koyan değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 1 ve Çizelge 2' nin birlikte incelenmesinden görüleceği gibi, demir uygulaması ile kuru maddede % 20'nin üzerinde sağlanan artış

değerleri ortalama % 20,02 ile % 61,01 arasında değişmiştir. Demir uygulaması ile bu seviyelerde artış gösteren topraklar deneme topraklarının % 46,15'ini oluşturmuştur. Demir uygulaması ile kontrole oranla sağlanan % değişim Suluova topraklarında daha yüksek bulunmuştur (Suluova topraklarında ortalama % 37,2; Çarşamba topraklarında ortalama % 15,4 ve Bafra topraklarında ise ortalama % 5,4). Çarşamba'dan alınan toprakların % 40'ında, Bafra'dan alınan toprakların % 22'sinde ve Suluova'dan alınan toprakların ise % 85,7' sinde demir uygulaması ile kuru maddede % 20'nin üzerinde artış sağlanmıştır.

Yapılan değerlendirmelere göre demir uygulaması ile kuru maddede tanığa oranla % 20'nin üzerinde artış sağlayan topraklar % 1'in altında kireç kapsayan toprakların % 20'sini; % 1-5 arası kireç kapsayan toprakların % 40'ını; % 5-15 arası kireç kapsayan toprakların % 41,7'sini; % 15-25 arası kireç kapsayan toprakların ise % 100'ünü oluşturmuştur. Eyüpoğlu vd., (1998), kireç kapsamı % 25'ten fazla olan toprakların % 45,51'inde demir eksikliği sorunu var iken kireç kapsamı % 1'den az olan toprakların ancak % 8,42'sinde demir eksikliği sorunu görüldüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar toprakların kireç kapsamları ile yarayışlı demir kapsamları arasında önemli düzeyde, azalan bir ilişki olduğunu da saptamışlardır. Diğer yandan kloroz ile toplam kalker arasında genel olarak ilişki olmadığı, buna karşın aktif kalkerin (20 mikrondan daha küçük çapa sahip kalker partikülleri) toprakların kloroza neden olma gücü üzerine daha etkili olduğu bildirilmiştir (Drouineau, 1942).

pH'ları 5-6 arasında olan toprakların hiçbirinde demir uygulaması ile ürün artışı sağlanamazken; pH değerleri 6-7 arası toprakların % 42,9'unda, pH değerleri 7-8 arası toprakların ise % 50,1'inde demir uygulaması ile % 20' nin üzerinde artış sağlanmıştır. Eyüpoğlu vd., (1998) yarayışlı demir kapsamı 4,5 mg kg<sup>-1</sup>'in altında olan örneklerin % miktarına göre demir eksikliğin en fazla pH'sı 7-8 arasında değişen topraklarda görüldüğünü (% 31,17), bunu sırası ile pH'sı 8' dan büyük topraklar (% 26,67) ve pH'sı 6-7 arasında değişen toprakların (% 5,39) izlediğini bildirmişlerdir. Kalkerli toprakların çözeltilerinde yüksek seviyede karbonat, kalsiyum bulunduğu ve pH değerlerinin yüksek olduğu saptanmış ve bu topraklarda demir klorozunun ortaya çıkışında çözünebilir kalsiyumun bikarbonat iyonlarının, karbondioksitin ve fosforun etkili olduğu belirtilmiştir (Wallace ve Lunt, 1960).



**Çizelge 2.** Demir uygulamasıyla kontrole göre kuru maddede sağlanan değişim değerleri ve toprakların kloroz indeks değerleri

**Table 2.** Exchange and chlorosis index values provided in dry matter compared to the control by the application of iron

Toprak no	Toprakların kloroz indeks değerleri		Demirli gübreleme ile kontrole oranla kuru maddede sağlanan değişim, %			
	İndeks 1	İndeks 2	2	Demir Dozları, mg kg <sup>-1</sup>		Ortalama respons,%
1	34,08	215.47	65.14	81.65	36.24	61.01
2	1,97	15.11	-13.63	-25.72	-14.26	-17.87
3	0,04	3.93	27.84	23.79	21.77	24.47
4	7,40	35.19	36.02	42.79	31.31	36.70
5	0,26	22.19	21.27	19.58	38.23	26.30
6	88,70	124.17	42.00	61.43	28.05	43.83
7	227,74	311.69	33.06	49.55	56.46	46.36
8	32,27	200.20	43.20	37.60	66.78	49.19
9	118,01	673.86	70.15	26.55	29.14	41.95
10	94,92	183.59	-8.17	12.19	20.08	8.03
11	122,10	209.77	32.68	72.03	49.07	51.26
12	13,61	73.74	36.25	26.30	-42.47	20.02
13	0,98	2.09	-2.20	-1.02	5.02	0.60
14	23,92	24.91	31.66	-2.64	5.01	11.35
15	9,74	54.08	-1.40	40.89	-12.07	9.14
16	3,26	46.53	-2.25	-17.22	12.95	-2.17
17	1,28	16.44	-10.42	0.42	22.08	4.03
18	0,04	6.48	3.25	9.66	-10.78	0.71
19	13,03	66.06	-21.42	-35.94	-7.48	-21.61
20	1,68	55.17	1.44	35.58	30.11	22.38
21	18,26	158.48	14.68	37.66	50.24	34.19
22	22,28	256.10	12.80	7.31	22.58	14.23
23	4,69	12.05	5.65	21.16	-21.73	1.70
24	1,17	4.10	-2.97	-1.12	0.12	-1.32
25	0,07	1.37	-5.65	-27.63	-26.53	-19.94
26	5,55	4.39	26.26	3.15	25.41	18.27

Demir uygulaması ile kuru maddede % 20'nin üzerinde artış sağlanan toprakların % 34,6' sında kloroz gösterme indeks-2 değerleri 55,17-673,86 arasında, % 11,53' ünde ise 3,93-35,19 arasında bulunmuştur. Demir uygulaması ile kuru maddede % 20' nin üzerinde artış sağlanan toprakların % 42,31' inde DTPA ile belirlenen yarıyıllı demir kapsamı 4,4-15,6 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuş, % 3,84 'ünde ise 41,4 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur. Loué (1986), DTPA ekstraksiyon yöntemiyle belirlenen yarıyıllı demir kapsamının 10 mg kg<sup>-1</sup>'in altında olması halinde demir noksanlık riskinin yüksek; 10-20 mg kg<sup>-1</sup> arasında olması halinde noksanlık riskinin orta veya düşük seviyede olduğunu belirtmiş, 20-150 mg kg<sup>-1</sup> arasında yarıyıllı demirin yeterli olacağını bildirmiştir. Araştırmacı DTPA yöntemi ile belirlenen yarıyıllı demirin 150 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerinde olması halinde arazide su baskınının ve bazı problemlerin olabileceğini de belirtmiştir. Bununla birlikte Boer ve Reisenauer (1973), DTPA yöntemi için kritik demir düzeyinin 5-6 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu, bu

seviyenin üzerinde demir içeren topraklarda demir klorozu görülmediğini bildirmişlerdir. Buna karşın Lindsay ve Norvell, (1969) tarafından belirtilen 0,005 M DTPA +0,01 M CaCl<sub>2</sub> + 0,1 M Triethanolamin (pH 7,3) yöntemi için kritik değer Lindsay (1979) tarafından 4,5 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu ve 4,5 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerinde demir içeren topraklarda demirli gübrelemeye respons alınmadığını bildirilmiştir.

#### Demirli Gübrelemeye Respons Değerleri ile Kloroz İndeks Değerleri ve Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişki

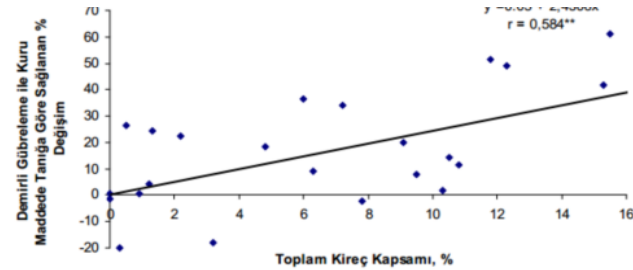
Demirli gübrelemeye respons değerleri ile bazı toprak özellikleri ve kloroz indeks değerleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, toprakların toplam kireç, aktif kireç kapsamı ve kloroz indeks-2 değerleri ile demirli gübrelemeyle kuru maddede sağlanan % değişim değerleri arasında pozitif ve önemli ilişkiler saptanmıştır.

**Cizelge 3.** Demirli gübrelemeye ortalama respons değerleri ile bazı toprak özellikleri ve kloroz indeks değerleri arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları (r)

**Table 3.** Correlation coefficients which showed the associations between average responding values obtained by iron fertilization and some soil characteristics and chlorosis index values (r)

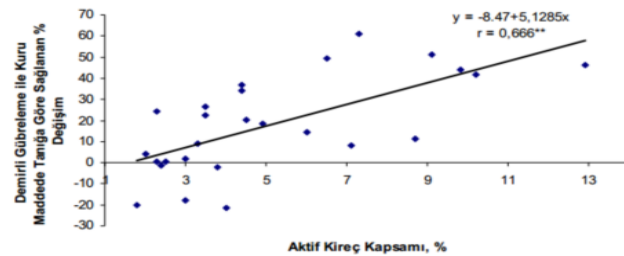
Toprak Özellikleri	Ortalama respons değerleri, %
pH (1:2.5 toprak-saf su)	0,202
Toplam kireç, %	0,584**
Aktif kireç, %	0,666**
Kil, %	0,243
Kum, %	0,110
Silt, %	-0,442*
Organik madde, %	-0,257
Alınabilir fosfor	0,179
Kloroz indis -1	0,536**
Kloroz indis -2	0,557**
Yarayışlı demir, mg kg <sup>-1</sup>	-0,491**

Bu ilişkilerin korelasyon katsayıları sırası ile  $r=0,584^{**}$ ,  $r=0,666^{**}$  ve  $r=0,557^{**}$  olup, toprakların toplam kireç, aktif kireç kapsamı ve kloroz indeks-2 değerleri arttıkça demirli gübrelemeye respons değerleri artmıştır. Diğer bir ifadeyle demirli gübrelemeyle kuru maddede sağlanan % artış değerleri toprakların toplam ve aktif kireç kapsamı ve kloroz indeks-2 değerleri arttıkça artmıştır ve bu artış değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 1, 2, 3).



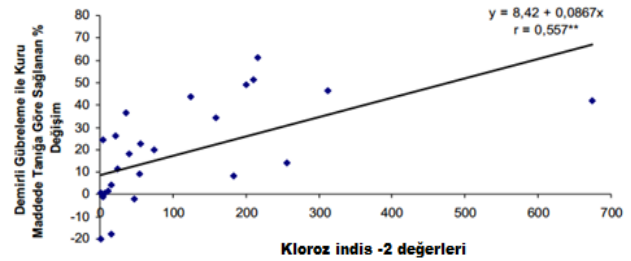
**Şekil 1.** Toprakların toplam kireç kapsamı ile demirli gübrelemeye respons değerleri arasındaki ilişki

**Figure 1.** The relationship between total lime content of the soils and responsible values to iron fertilization



**Şekil 2.** Toprakların aktif kireç kapsamı ile demirli gübrelemeye respons değerleri arasındaki ilişki

**Figure 2.** The relationship between active lime content of the soils and responsible values to iron fertilization

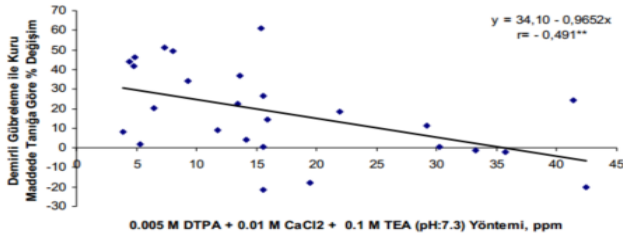


**Şekil 3.** Toprakların kloroz indeks-2 değerleri ile demirli gübrelemeye respons değerleri arasındaki ilişki

**Figure 3.** The relationship between chlorosis index-2 values of the soils and responsible values to iron fertilization

Toprakların kloroz oluşturma gücünü gösteren indeks-1 ve indeks-2 değerleri arttıkça, demirli gübreleme fasülye bitkisinin kuru madde miktarında artışlar meydana getirmiştir. İndeks-1 ve indeks-2 değerlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Juste ve Pouget (1972) tarafından toprakların kloroz indeks değerlerinin belirlenmesinin önemli olacağı ve bu indeksin belirlenmesinde toprakların aktif kireç kapsamı ile amonyum okzalata kolayca ekstrakte edilebilir demir kapsamının birlikte kullanılması gerektiği bildirilmiştir.

Toprakların silt ve yarayışlı demir kapsamı ile demirli gübrelemeye respons değerleri arasında önemli ve negatif ilişkiler belirlenmiştir. Bu ilişkilerin korelasyon katsayıları sırası ile  $r=-0,442^*$  ve  $-0,491^{**}$  olup, toprakların silt ve yarayışlı demir kapsamı arttıkça bitkide demirli gübrelemeyle sağlanan artış değerleri azalmıştır (Şekil 4). Toprakların alınabilir fosfor kapsamı ile demirli gübrelemeye respons değerleri arasında önemli bir ilişki belirlenmemiştir.



**Şekil 4.** Toprakların yarayışlı demir kapsamları ile demirli gübrelemeye respons değerleri arasındaki ilişki

**Figure 4.** The relationship between the available iron content of soils and responsible values to iron fertilization

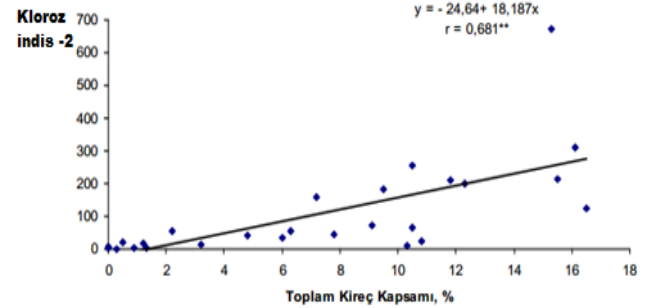
### Toprakların Kloroz İndeks Değerleri ile Bazı Özellikleri Arasındaki İlişki

Toprakların kloroz indeks değerleri ile bazı özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi toprakların kloroz indeks-2 değerleri ile yarayışlı demir kapsamları arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı  $r = -0,499^{**}$  olup, negatif ve önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle toprakların yarayışlı demir kapsamları arttıkça kloroz indeks-2 değerleri azalmıştır.

Aynı şekilde toprakların kloroz indeks değerleri ile silt ve organik madde kapsamları arasında önemsiz olmakla birlikte negatif ilişkiler saptanmıştır. Toprakların silt ve organik madde kapsamları arttıkça kloroz indeks değerleri azalmaktadır. Eyüpoğlu vd., (1998) tarafından organik madde fazlalığının demir eksikliğini azaltan bir faktör olduğu belirtilmiş, demir eksikliği sorununun en fazla organik madde kapsamı % 1'den az olan topraklarda görüldüğü bildirilmiştir. Organik madde kapsamı % 1'den az olan toprakların % 37,22' sinde demir eksikliği sorunu varken, organik madde kapsamı % 4' ün üzerine çıkan topraklarda demir eksikliği sorunu toprakların ancak % 5' inde görülmektedir. Toprakların organik madde

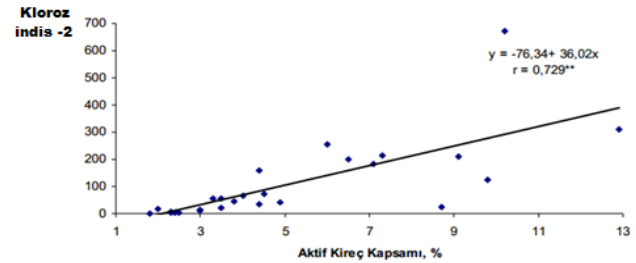
kapsamları ile yarayışlı demir kapsamları arasında önemli düzeyde artan bir ilişki saptanmıştır. Toprakların organik madde kapsamı arttıkça yarayışlı demir kapsamının arttığı belirtilmiştir.

Çalışmada toprakların kloroz indeks değerleri ile toplam ve aktif kireç kapsamları arasında pozitif önemli ilişkiler saptanmıştır. Bu ilişkilerin korelasyon katsayıları indeks-2 için sırası ile  $r = 0,681^{**}$  ve  $r = 0,729^{**}$ , indeks-1 için ise sırası ile  $r = 0,683^{**}$  ve  $r = 0,887^{**}$  olup, toprakların toplam ve aktif kireç kapsamları arttıkça kloroz indeks-1 ve indeks-2 değerleri artmıştır (Şekil 5, Şekil 6).



**Şekil 5.** Toprakların toplam kireç kapsamları ile kloroz indeks-2 değerleri arasındaki ilişki

**Figure 5.** The relationship between the total lime content and chlorosis index-2 values of the soils



**Şekil 6.** Toprakların aktif kireç kapsamları ile kloroz indeks-2 değerleri arasındaki ilişki

**Figure 6.** The relationship between the active lime content and chlorosis index-2 values of the soils

**Çizelge 4.** Toprakların kloroz indeks değerleri ile bazı özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r)

**Table 4.** The correlation coefficients between chlorosis index values and some properties of soils (r)

Toprak özellikleri	Toprakların kloroz indis değeri-1	Toprakların kloroz indis değeri-2
Yarıyışlı demir	-0,508**	-0,499**
Kum	0,045	0,170
Silt	-0,472*	-0,277
Kil	0,308	0,071
pH	0,205	0,235
Toplam kireç	0,683**	0,681**
Aktif kireç	0,887**	0,729**
Organik madde	-0,200	-0,241
Alınabilir fosfor	0,612**	0,148



Toprakların alınabilir fosfor kapsamları ile kloroz indis-1 değerleri arasında önemli pozitif ilişki belirlenmiş, fakat kloroz indis-2 değerleri arasındaki ilişki önemsiz bulunmuştur.

### Toprakların Yarayışlı Demir Kapsamları ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprakların yarayışlı demir kapsamları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r) Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 5.** Toprakların yarayışlı demir kapsamları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları (r)

**Table 5.** Correlation coefficients of the relationship between available iron contents of the soils and some soil properties (r)

Toprak özellikleri	Yarayışlı demir
Kum	-0,493**
Silt	0,276
Kil	0,184
pH	-0,311
Toplam kireç	-0,598**
Aktif kireç	-0,517**
Organik madde	0,406*
Alınabilir fosfor	-0,063

Çizelge 5' in incelenmesinden de görüleceği gibi, toprakların yarayışlı demir kapsamları ile kum, toplam kireç ve aktif kireç kapsamları arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları sırası ile  $r = -0,493^{**}$  ve  $r = -0,598^{**}$  ve  $r = -0,517^{**}$  olup, negatif ve önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle toprakların kum, toplam ve aktif kireç kapsamları arttıkça yarayışlı demir kapsamları azalmıştır. Eyüpoğlu vd., (1998) toprakların kireç kapsamları arttıkça yarayışlı demir kapsamları azaldığını, dolayısıyla da bir bitki besin maddesi olarak demire bitkilerin daha fazla gereksinim gösterdiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca yarayışlı demir kapsamı  $4,5 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in altında kalan toprakların % miktarına göre en fazla demir eksikliğinin kumlu topraklarda (% 53,25) görüldüğünü belirtmişlerdir.

Çalışmada toprakların yarayışlı demir kapsamları ile silt, kil ve pH değerleri arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur. Toprakların yarayışlı demir kapsamları ile organik madde kapsamları arasındaki ilişki ise pozitif ve önemli olup, korelasyon katsayısı  $r = 0,406^*$  olarak belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle toprakların organik madde kapsamları arttıkça yarayışlı demir kapsamları artmıştır. Sillanpaa (1972) tarafından mineral toprakların mikro element kapsamlarının organik madde miktarının artışına bağlı olarak arttığı, fakat toprak organik madde miktarının % 10'u geçmesi durumunda artan organik maddeye bağlı olarak mikro element miktarının azaldığı belirtilmiştir. Eyüpoğlu vd., (1998) tarafından toprakların organik

madde kapsamları arttıkça yarayışlı demir kapsamlarının arttığı bildirilmiştir. Toprakların kloroz indeks 1 ve indeks 2 değerleri arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı  $r = 0.696^{**}$  bulunmuştur.

### SONUÇLAR

Toprakların toplam ve aktif kireç kapsamları arttıkça yarayışlı demir kapsamları azalmış ve toprakların kloroz indis değerleri (indis-1 ve indis-2) artmıştır. Toprakların kloroz indis değerleri arttıkça fasülye bitkisi demirli gübrelemeye olumlu cevap vermiştir. Toprakların demir durumlarının belirlenmesinde ve demirli gübrelemeye olumlu cevap alınmasında toprakların kloroz oluşturma gücünü gösteren indeks-1 ve indeks-2 değerlerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışma Hawa Sera Şendemirci tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ve Bitki Besleme Bölümünde yapılan doktora tezinin bir kısmını kapsamaktadır.

### KAYNAKLAR

- Başar H (1997). Bitkilerde demir klorozu ve giderilme yöntemleri. Anadolu Dergisi T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir.
- Boer G J, Reisenauer H M (1973). DTPA as an extractant of available soil iron. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 4(2): 121-128.
- Bouyoucos G J (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. Agron. J. 43: 434-438.
- Champagnol F (1984). Troubles de la nutrition minerales de la vigne. In "Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale". Chap. III. pp. 174-198.
- Chapman H D, Pratt P F (1961). Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ. of California, Division of Agricultural Series. p. 1-309. USA.
- Drouineau G (1942). Dosage rapide du calcaire actif des sols. Ann. Agron. 12:441-450.
- Eyüpoğlu F, Talaz S, Kurucu N (1998). Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durum. Köy Hiz. Genel Müd, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Hızalan E, Ünal H (1966). Topraklarda önemli kimyasal analizler. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları: 278.
- Jackson M L (1962). Soil chemical analysis. Prentice-Hall. Inc.
- Juste C, Pouget R (1972) Appréciation du pouvoir chlorosant des sols par un nouvel indice faisant intervenir le calcaire actif et le fer facilement extractible. Application au choix des porte-greffes de la vigne. C.R. Acad. Agric. 58, 352-357.
- Lindsay W L, Norvell W A (1969). Development of a DTPA micronutrient soil test. Agron. Abstr. 84.
- Lindsay W L (1974). Role of chelation in micronutrient availability. In "The plant root and its environment". Univ. Pres. of Virginia. pp. 507 – 524.

Loué A (1986). Les Oligo-elements en agriculture. Agri-Nathan Intenational, Paris.

Morlat R, Courbe C (1981). Caractérisation de quelques composantes du potentiel chlorosant des differents milieux carbonates dans le vignoble du Val de Loire. Conn. Vigne et Vin 15 (4): 229-246.

Norvell W A (1972). Equilibria of metal chelates in soil solution. In "Micronutrient in Agriculture" Soil Sci. Soc. of America, Madison, USA, 6: 115-138.

Özgümüş A (1987). Bitkilerde demir klorozu. Uludağ Üniversitesi Zir. Fak. Derg. 6:117-128.

Sillanpaa M (1972). Trace elements in soils and agriculture. Soils Bull. F.A.O. p.67, Rome.

Yurtsever N (1984). Deneysel istatistik metodları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Teknik Yayın No: 56. Ankara.