

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2018, 55 (4):463-470
DOI: 10.20289/zfdergi.416883

Yasemin BAYRAKTAROĞLU ÖZHAN¹
Nilgün SAATÇI MORDOĞAN¹
Onur BAYIZ¹

Demirli Gübrelerin Maydanoz Bitkisinin Demir İçeriği Üzerine Etkileri *

Effects of Iron Fertilizers on Iron Content of Parsley

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova - İzmir

* Bu çalışma, Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenen 07-ZRF-019 nolu projeden hazırlanmıştır.

sorumlu yazar / correspondence:
Nilgün SAATÇI MORDOĞAN,
nilgun.mordogan@ege.edu.tr

Alınış (Received): 19.04.2018

Kabul tarihi (Accepted): 11.05.2018

Anahtar sözcükler:

Maydanoz, demir, gübre, bikarbonat, şelat

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, demirli gübrelerin, bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda, maydanoz bitkisinde demir alım miktarlarına etkisi belirlenmiştir.

Materyal ve Metot: Deneme, iki farklı demir gübresi ve Giant of Italy maydanoz çeşidi kullanılarak, toplam 6 farklı uygulama (Kontrol, Fe-EDTA, FeSO₄.7H₂O, Kontrol+HCO₃⁻, Fe-EDTA+HCO₃⁻, FeSO₄.7H₂O+HCO₃⁻), 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Deneme boyunca toplam 3 kez hasat gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Araştırma sonucunda bikarbonat içeren uygulamalarda Fe-EDTA önemli etki göstermiş ve bitki demir içeriğini olumlu yönde etkilemiştir. Yaprak ve sapa bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda en yüksek demir ve aktif demir sonuçlarını Fe-EDTA uygulaması vermiştir. En yüksek verim bikarbonatsız koşullarda FeSO₄.7H₂O uygulamasında (147.7g/saksı), bikarbonatlı koşullarda ise Fe-EDTA (133.1g/saksı) uygulamasında saptanmıştır.

Sonuçlar: Sonuç olarak şelatlı demir gübrelerinin bikarbonatlı ortamlarda ortaya çıkan olumlu etkisi bir kez daha belirlenmiştir. Demirli gübre kullanımında, şelatlı gübrelerin kullanılması kaliteyi ve verimi arttıracaktır.

Keywords:

Parsley, iron, fertilizer, bicarbonate, chelate

ABSTRACT

Objective: In this study, the effect of iron fertilizers on the amount of iron uptake in parsley vegetation was determined in bicarbonate and bicarbonate-free conditions.

Material and Methods: The experiment was carried out in 6 different applications (Control, Fe-EDTA, FeSO₄.7H₂O, Control+HCO₃⁻, Fe-EDTA+HCO₃⁻, FeSO₄.7H₂O+HCO₃⁻), 4 replicates, using two different iron fertilizer and Giant of Italy parsley variety. A total of 3 harvests occurred during the experiment.

Results: According to research results, Fe-EDTA showed considerable effect in bicarbonate-containing applications and positively affected plant iron content. Fe-EDTA shows the highest iron and active iron results in foliar and stem on the bicarbonate and bicarbonate-free conditions. Highest yield was detected in FeSO₄.7H₂O applications (147.7g/pot) in bicarbonate-free conditions, Fe-EDTA applications (133.1g/pot) in bicarbonate conditions.

Conclusion: As a result, the positive effect of chelated iron fertilizers in bicarbonate rich environments has been determined once again. In the use of iron fertilizers, the use of chelated fertilizers will increase quality and yield.

GİRİŞ

Anavatanı Akdeniz Bölgesi olan maydanoz yetiştiriciliği M.Ö. 4000 yıllarına kadar dayanır. Maydanoz bitkisi 300 cins ve 2500-3000 kadar tür içermekte olup ülkemizde 97 cins ve 400 kadar türü bulunmaktadır. Maydanoz genel olarak gıda maddesi ve baharat olarak, bazı türleri ise ilaç ve parfümeri sanayinde kullanılmaktadır (Seçmen ve ark., 1986).

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve son yıllarda sağlıklı beslenmenin öneminin artması, bitkisel üretimde verim ve kalitenin önemini ortaya çıkarmaktadır. Tarım topraklarının verimli olması, çeşitli faktörlerin yanında gübrelemenin doğru yapılması ile mümkün olmaktadır. Toprakta uzaklaşan bitki besin maddelerinin mineral veya organik gübrelerle eksikliğini tamamlanması ile durumunda sürdürülebilir toprak verimliliği sağlanmıştır.

Maydanoz bitkisinin bilimsel ismi "*Petroselinum crispum*" dur. Maydanoz, kültür şekillerine göre çok senelik sebze; iklim ve sıcaklık isteklerine göre, serin mevsim, kullanım amaçları veya yenen kısımlarına göre ise; iştah açan, salata yapılan kokulu otlar sınıfına girmektedir (Fırattekin ve ark., 2000). Maydanoz bitkisinin verim ve bileşimleri farklı olsa da, kök dahil bütün organları uçucu yağ içerir. Maydanozun meyvelerinde % 3-6 oranında, drog yaprakta ise % 0.1-0.7 oranında uçucu yağ bulunur. Uçucu yağın bileşimini oluşturan en önemli etken maddeleri Apiol, Myristizin, Allyl-tetramethoxybenzol'dür (Zeybek, 1985).

Maydanoz % 85 su, % 15 kuru madde içermekte olup 100 gr taze maydanozda 2.2 gr protein, 0.3 gr yağ, 1.3 gr karbonhidrat, 16 kalori bulunmaktadır. Kalsiyum, demir, Vitamin A, B, C içeriği yüksektir (Ceylan ve ark., 2005). Yaprakları flavonozitler içerir. Taze yenen yapraklar özellikle C vitamini zengindir. 100 gr taze maydanozda 166 mg C vitamini bulunmaktadır (Dassler and Heitmann, 1991).

Tüm bitkiler için önemli olan demir elementi toprakta Fe^{+3} ve Fe^{+2} iyonları veya şelatlar şeklinde de bulunur. Bitkilerde demir eksikliğini çeşitli oluşma nedenleri mevcuttur. Toprağın su altında kalması nedeniyle oluşan O_2 azlığı, $CaCO_3$, yüksek pH, CO_2 fazlalığı, HCO_3^- , nitrat, fosfat, ve ağır metaller bitkide demir klorozunu oluşturabilmektedirler (Bergmann, 1988).

Katalaz enzimi, fotorespirasyonda ve karbonhidrat sentezinde önemli rol oynayan bir enzimdir. Katalaz enziminin etkinliği sonucu H_2O_2 , H_2O ve O_2 'ye parçalanır. Peroksidaz enzimi, peroksitten oksijeni atarak maddenin yükseltgenmesine neden olur. Demir noksanlığında katalaz enzim aktivitesi daha fazla olmak üzere, katalaz ve peroksidaz enzimlerinin aktiviteleri azalır (Marschner, 1995).

Bitkilerde çeşitli metabolik işlevlerde elektron aktarıcı olarak önemli rol oynayan ferrodoksin, demir elementi içerir. Demir, klorofilin yapısında yer almamakla beraber, bitkinin demir beslenmesi ile klorofil içeriği arasında

yakın bir ilişki bulunmaktadır (Pushnik and Miller, 1989). Demir noksanlığında klorofil a ve b miktarlarına paralel olarak karotin, ksantin, lütein gibi çeşitli pigment madde miktarları da azalır. Bitkilerin fotosentez oranında da azalma görülür.

Kireçli topraklar, toprak çözeltisindeki yüksek karbonat içeriği, yüksek pH ve bunun sonucu olarak yüksek bikarbonat konsantrasyonu demir klorozunun oluşma nedenlerindedir (Saatçı.,1990;Mengel et al. 1984;Mengel et al., 2001). Kireçli alkalın topraklarda bitki yeterli düzeyde demir alamadığı için demir noksanlığı belirtileri sıklıkla görülür. Demir eksikliği Ege ve Akdeniz bölgesinde oldukça sık görülen ve sürekli devam eden bir problemdir.

Bu çalışmada geniş kullanım alanı ve ekonomik önemi bulunan maydanoz bitkisinde farklı demirli gübrelerinin, demir alım miktarlarına etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Maydanoz bitkisine uygulanan farklı demirli gübrelerin bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda demir alım miktarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırma serada yaklaşık 6 ay süreyle yürütülmüştür. Denemede Giant of Italy maydanoz çeşidi kullanılmıştır. Deneme materyali olarak toprak-perlit karışımı kullanılmıştır. Denemede alınabilir demir yönünden fakir olan bir toprak kullanılmıştır (Çizelge 1).

Yöntem

Deneme plastik saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her saksıya 2.4 kg olacak şekilde 1.6 kg toprak ve 800 gr perlit karışımı konulmuştur (Çizelge 2). Saksılara, saksı çevresinin 3 cm içerisinden 75 adet 0.15 gr tohum ekilmiştir. Çimlenmeden sonra seyreltme yapılarak bu sayı 20 bitkiye indirilmiş, ölçüm ve analizler bu bitkilerde yapılmıştır. Tohum ekimi yapılmadan önce karışımın tavına getirilmesi amacıyla her saksı tarla kapasitesine getirilerek sulanmıştır. Deneme materyalinin su tutma kapasitesi hesaplanmış ve deneme boyunca her sulamada saksılar tarla kapasitesine ulaşacak şekilde sulanmıştır. Deneme, 6 farklı uygulama (Kontrol, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, Fe-EDTA, Kontrol+ HCO_3^- , $FeSO_4 \cdot 7H_2O + HCO_3^-$, Fe-EDTA+ HCO_3^-) olacak şekilde ve 4 tekerrürlü olarak faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Saksı başına 300 mg Fe olacak şekilde diğer elementler ile birlikte uygulanmıştır. Denemede, bikarbonat uygulanan parametreler için $KHCO_3$ kullanılmıştır. 4 farklı zamanda (deneme kurulurken, 1. biçimden önce, 1. biçimden sonra, 2. biçimden sonra), her bir uygulamada saksı başına 150 mg HCO_3^- olacak şekilde uygulanmıştır. Denemede ekim ile beraber 10 gr $(NH_4)_2SO_4$, 5.29 gr $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$, 6 gr K_2SO_4 , 4.12 gr $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, 2.083 gr $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, 0.351 gr $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.324 gr $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 39.29 mg $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 28.61 mg H_3BO_3 , 9.20 mg $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ uygulanmıştır.

Çizelge 1. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil used in the experiment

Yapılan Analizler	Birim	Sonuç	Yorum
pH		7.32	Nötr
Toplam Tuz	(%)	0.110	Tuzluluk Tehlikesi yok
Kireç	(%)	6.72	Kireççe Zengin
Kum	(%)	53.36	
Mil	(%)	26.00	
Kil	(%)	20.64	
Bünye		Kumlu-killi-tın	
Su Tutma Kapasitesi	(%)	23.46	
Organik Madde	(%)	0.57	Humusça Fakir
Toplam Azot	(%)	0.106	Orta
Alınabilir Fosfor	(ppm)	3.41	Yeterli
Alınabilir Potasyum	(ppm)	249	Yeterli
Alınabilir Kalsiyum	(ppm)	3240	Yeterli
Alınabilir Magnezyum	(ppm)	541	Yeterli
Alınabilir Sodyum	(ppm)	50	Yeterli
Alınabilir Demir	(ppm)	2.82	Fakir
Alınabilir Bakır	(ppm)	11.78	Yeterli
Alınabilir Çinko	(ppm)	3.69	Yeterli
Alınabilir Mangan	(ppm)	7.14	Yeterli

Çizelge 2. Kırılmış-elenmiş perlitin teknik özellikleri

Table 2. Crushed-sieved perlites specifications

Fiziksel özellikler	
Tasnif Edilmiş Perlitin Yoğunluğu	1050 - 1250 Kg/m ³
Genleşme Sıcaklığı	1100 - 1150
Ergime Noktası	1300 - 1350 °C
Genleşme Kat Sayısı	10 - 25
Serbest Nem	% 1 max.
pH	7 - 8
Sertlik	6 (mohs skalası)
Kızdırma Kaybı (950 °C)	% 5.2 max.
Kimyasal özellikler	
SiO ₂	% 72 min.
Al ₂ O ₃	% 12 min.
Fe ₂ O ₃	% 1.5 max.
K ₂ O + Na ₂ O	% 6.3 min.

Hasat işlemi, yaprak sapları ve toprak yüzeyi üzerinden 2 cm yükseklikten rozet gövdeye zarar vermeyecek şekilde keskin bir bıçakla kesilmek suretiyle gerçekleştirilmiştir (Günay, 1984; Vural, 2000). Deneme boyunca toplam 3 kez hasat gerçekleştirilmiştir.

Bitki örnekleri önce çeşme sonra saf su ile yıkandıktan sonra 65°C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütülerek analize hazır hale getirildi (Kacar, 1972).

Alınabilir demir miktarı DTPA çözeltisi ile çalkalanıp süzülmesi sonucu atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okunmuştur (Lindsay and Norvell, 1978). Kacar (1972)'a göre analize hazır hale getirilmiş bitki örneklerinde yaş yakma yöntemi uygulanarak elde edilen ekstraktlarda toplam Fe elementi Atomik Absorpsiyon spektrofotometresinde okunmuştur (Kacar, 1984). Yaprak örneklerinde aktif demir analizi Oserkowski (1933) yönteminin Lorente et al., (1976) tarafından modifiye edilmiş haline göre yapılmış ve Atomik Absorpsiyon spektrofotometresinde okunmuştur (Oktay, 1983). Araştırmada elde edilen sonuçların değerlendirmelerinde Tarist istatistik paket programı kullanılmıştır (Açıkgöz ve ark., 2004).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Demirli Gübrelere Yaprak Demir İçeriğine Etkisi

Farklı demirli gübrelere bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda maydanoz bitkisinin yaprak demir içeriğine etkisi incelenmiştir (Çizelge 3).

Maydanoz yaprağı demir içeriğine, uygulamaların, biçimin ve uygulamalar ile biçim etkileşiminin % 1 seviyesinde, önemli etkisi olduğu belirlenmiştir.

Yaprak demir içeriğinin ortalama 55.2 ppm ile 83.6 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek yaprak ortalama demir içeriği Fe-EDTA uygulamasında ortalama 83.6 ppm saptanmıştır. Biçim sayısı arttıkça yaprak demir içeriğinin azalma gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge-3).

Yaprak demir içeriği bakımından Fe-EDTA uygulamasını sırası ile FeSO₄.7H₂O, Fe-EDTA+HCO₃⁻, FeSO₄.7H₂O+HCO₃⁻, Kontrol ve Kontrol+HCO₃⁻ uygulamaları izlemiştir. Bikarbonat uygulamalarının yaprak demir içeriğini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Çizelge-3).

Azotlu gübrelemenin, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen maydanoz bitkisinde azot birikimi, verim ve bazı kalite özelliklerine olan etkisini incelediği araştırmada, azot dozları, hasat, ekim zamanı ve etkileşimlerinin maydanoz yaprak demir içeriği üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Araştırmada yaprak demir içeriği sap değerleri ile karşılaştırıldığında yaprak değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Ceylan ve ark., 2005).

Atta-Aly (1999), nikel uygulamalarının maydanoz bitkisinde verim ve yaprak kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdığı çalışmada, nikel uygulamalarının ve biçimlerin

Çizelge 3. Demirli gübrelere yaprak demir içeriğine etkisi (ppm)**Table 3.** Iron fertilizers effect on foliar iron content (ppm)

Uygulamalar	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	Maks.	Min.	Ort.
Kontrol	69.3c	65.6	52.2	69.3	52.2	62.4d
Fe-EDTA	88.4a	82.7	79.8	88.4	79.8	83.6a
FeSO ₄ .7H ₂ O	79.9b	72.9	70.4	79.9	70.4	74.4b
Kontrol+HCO ₃ ⁻	61.0d	58.0	46.7	61.0	46.7	55.2e
Fe-EDTA+HCO ₃ ⁻	78.1b	72.0	69.8	78.1	69.8	73.3b
FeSO ₄ .7H ₂ O+HCO ₃ ⁻	71.6c	62.1	59.9	71.6	59.9	64.5c
Maks.	88.4	82.7	79.8			
Min.	61.0	58.0	46.7			
Ort.	74.7a	68.9b	63.1c			
LSD _{uygulama}	1.911**	LSD _{uyg.biçim} 3.309**				
LSD _{biçim}	1.351**					

(4 biçim) yaprak demir miktarı üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Mohamed et al.'ın (2003), bazı sebzeler için gerekli element içeriklerini karşıladıkları araştırmada, maydanoz bitkisinin demir içeriğini 182.8 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Demirli Gübrelere Sap Demir İçeriğine Etkisi

Farklı demirli gübrelere bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda maydanoz bitkisinin sap demir içeriğine etkisi incelenmiştir (Çizelge 4).

Maydanoz sapı demir içeriğine, uygulamaların ve biçimin % 1 düzeyinde, uygulamalar ile biçim interaksyonunun % 5 seviyesinde, önemli etkisi olduğu saptanmıştır.

Maydanoz saplarının ortalama demir içeriğinin 22.5 ppm- 36.9 ppm arasında değiştirdiği gözlemlenmiştir. En yüksek sap demir içeriği sonucunu Fe-EDTA uygulaması,

en düşük sonucu Kontrol+HCO₃⁻ uygulaması vermiştir. En yüksek sonucu veren Fe-EDTA uygulamasını sırası ile FeSO₄.7H₂O, Fe-EDTA+HCO₃⁻, demir miktarı üzerine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

FeSO₄.7H₂O +HCO₃⁻, Kontrol ve Kontrol+HCO₃⁻ uygulamaları takip etmiştir. En yüksek ortalama sap demir içeriği ilk biçimde ortalama 33.0 ppm tespit edilmiştir. Biçim sayısı arttıkça sap demir içeriğinin azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge-4).

Yapılan LSD testi sonucunda, en yüksek sap demir içeriğini veren Fe-EDTA uygulaması ilk grubu ve en düşük değeri veren Kontrol+HCO₃⁻ uygulamaları son grubu oluşturmuştur. Değerler incelendiğinde bikarbonat uygulamalarının sap demir içeriğini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Ceylan ve ark., (2005), azotlu gübrelemenin, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen maydanoz bitkisinde azot

Çizelge 4. Demirli gübrelere sap demir içeriğine etkisi (ppm)**Table 4.** Iron fertilizers effect on stem iron content (ppm)

Uygulamalar	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	Maks.	Min.	Ort.
Kontrol	29.2c	26.7	20.8	29.2	20.8	25.5c
Fe-EDTA	40.1a	36.6	33.9	40.1	33.9	36.9a
FeSO ₄ .7H ₂ O	37.8ab	31.1	29.3	37.8	29.3	32.8b
Kontrol+HCO ₃ ⁻	26.5c	24.0	17.0	26.5	17.0	22.5d
Fe-EDTA+HCO ₃ ⁻	36.1b	29.4	28.7	36.1	28.7	31.4b
FeSO ₄ .7H ₂ O+HCO ₃ ⁻	28.5c	26.3	23.5	28.5	23.5	26.1c
Maks.	40.1	36.6	33.9			
Min.	26.5	24.0	17.0			
Ort.	33.0a	29.0b	25.5c			
LSD _{uygulama}	2.072**	LSD _{uyg.biçim} 2.695*				
LSD _{biçim}	1.465**					

birikimi, verim ve bazı kalite özelliklerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, azot dozları hasat zamanının maydanoz sap demir içeriği üzerine önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Ekim zamanının % 1, hasat x ekim interaksyonunun % 5 düzeyinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. Maydanoz sapı demir içerikleri 2. ekimde (1. ekim/ 2. ekim) 1. ekime göre daha yüksek saptanmış olup, en yüksek demir içeriğinin 2. hasatta olduğu belirlenmiştir.

Pourebahimi et al., (2014), farklı Fe kaynaklarının, alkali koşullar altında, dolmalık biberde mikrobeselementi konsantrasyonu üzerindeki etkisini hidroponik sistem ile araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre; NaHCO_3 stresi ile P, Fe, Mn, Zn, Cu ve K'da azalmaya ve Na konsantrasyonunda bir artışa neden olduğu gözlenmiştir. FeSO_4 kaynağı kullanıldığında, NaHCO_3 konsantrasyonunda bir artış belirlenmiş ve bu durumun bitkilerin şiddetli demir klorozu ile sonuçlandığı belirtilmiştir; ancak Fe konsantrasyonu sadece Fe şelat uygulanmış bitkilerden daha düşük olmamakla birlikte, bazı durumlarda daha yüksek bulunmuştur. NaHCO_3 ve FeSO_4 uygulamalarında, bitkilerde Mn, Zn ve Cu konsantrasyonu, Fe şelat uygulanan bitkilere göre daha yüksek bulunurken, bu durumun Fe redüksiyonuna ve Fe'nin bu elementlerle rekabete girmesine bağlı olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle alkali durumlarda Fe uygulaması için Fe-EDDHA'nın kullanılması özellikle tavsiye edilmesine rağmen, yüksek konsantrasyonları ile bitkilerde Mn, Zn ve Cu eksikliğine neden olabileceği eklenmiştir.

Demirli Gübrelere Yaprak Aktif Demir İçeriğine Etkisi

Farklı demirli gübrelere bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda maydanoz bitkisinin yaprağında bulunan aktif demir miktarına olan etkisi incelenmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 5'de verilmiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde maydanoz yaprağındaki aktif demir miktarının ortalama 3.3-7.6 ppm arasında değiştiği

belirlenmiştir. Yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre maydanoz karbonatlı ve bikarbonatsız demir uygulamalarının, biçimin demir uygulamaları ile biçim interaksyonunun % 1 düzeyinde, önemli etkisi olduğu saptanmıştır(Çizelge-5).

Yaprakta en yüksek aktif demir içeriği Fe-EDTA grubunda ortalama 7.6 ppm, en düşük aktif demir içeriği Kontrol+ HCO_3^- uygulamasında ortalama 3.3 ppm saptanmıştır. Deneme süresince yapılan üç biçim ortalamasına göre en yüksek yaprak aktif demir içeriği ilk biçimde (6.8 ppm) belirlenmiştir. Biçim sayısı arttıkça yaprak aktif demir içeriğinin azalma gösterdiği tespit saptanmıştır.(Çizelge-5).

Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda en yüksek yaprak aktif demir içeriğine sahip Fe-EDTA uygulaması (8.8 ppm), en düşük aktif demir sonucunu $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^-$ (5.6 ppm) uygulaması vermiştir. LSD testine göre ilk grubu oluşturan Fe-EDTA uygulamasını sırası ile $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Kontrol, Fe-EDTA+ HCO_3^- , Kontrol+ HCO_3^- , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^-$ uygulamaları takip etmiştir. Değerler incelendiğinde bikarbonat uygulamalarının yaprak aktif demir içeriğini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Yapılan birçok araştırmada en yüksek aktif demir içeriği demir klorozunun olmadığı bitkilerde belirlenmiştir(Katkat ve ark.,1994; Köseoğlu,1995; Karaman, 1999; Saatçı ve Yagmur, 2000; Başar, 2000).

Erdal ve ark.,(2014), farklı demir içeriklerine sahip besin solüsyonlarının domates bitkisinin gelişimi üzerine yaptıkları çalışmalarında aktif demir miktarları ile klorofil miktarları arasında pozitif korelasyon saptamışlardır.

Ralph et. al., (2018)'ın yaptığı çalışmada, Fe (II) sülfat çözeltilerinin asidik etkisi ve Fe-EDTA uygulaması ile turunçgil yapraklarındaki Fe klorozunun giderilmesi sonucu, meyve miktarını önemli ölçüde arttırmıştır. Aslında, asitleştirilmiş Fe çözeltilerinin Fe kaynağı olarak görev yaptığını ve asidik pH'ları nedeniyle daha fazla

Çizelge 5. Demirli gübrelere yaprak aktif demir içeriğine etkisi (ppm)

Table 5. Iron fertilizers effect on foliar active iron content (ppm)

Uygulamalar	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	Maks.	Min.	Ort.
Kontrol	6.9bc	5.9	4.4	6.9	4.4	5.7b
Fe-EDTA	8.8a	7.1	6.8	8.8	6.8	7.6a
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	7.9ab	6.6	6.9	7.9	6.6	7.1a
Kontrol+ HCO_3^-	5.8cd	3.4	0.6	5.8	0.6	3.3d
Fe-EDTA+ HCO_3^-	5.9cd	4.8	2.1	5.9	2.1	4.3c
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^-$	5.6d	4.5	2.1	5.6	2.1	4.1c
Maks.	8.8	7.1	6.9			
Min.	5.6	3.4	0.6			
Ort.	6.8a	5.4b	3.8c			
LSDuygulama	0.615**	LSDuyg.xbiç. 1.065**				
LSDbiçim	0.435**					

çözünür Fe'ye sahip oldukları belirlenmiştir.

Roosta et al., (2015), farklı Fe kaynaklarının, alkali koşullar altında, dolmalık biberin vejetatif gelişimi ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini hidroponik sistem ile araştırmışlardır. Bikarbonatlı uygulamaların bitki dokularında Fe konsantrasyonunu azalttığı saptanmıştır. Fe-EDTA ve Fe-DTPA gübre kaynakları, 10 mM NaHCO₃ konsantrasyonunda Fe-EDDHA'dan daha iyi etkide bulunmuştur, ancak en iyi Fe gübre kaynağı, 15 mM NaHCO₃ konsantrasyonunda Fe-EDDHA olmuştur.

Chen et al.,(2016), yer fıstığı (*Arachis hypogaea L., Fabaceae*) bitkisinde demir içeriğinin iyileştirilmesi ve demir eksikliğinin neden olduğu klorozun düzeltilmesi amacıyla gerçekleştirilen bir saksı denemesinde, üç farklı granül demirli gübre (FeSO₄, Fe-EDDHA, Fe-sitrat) içeren NPK'lı gübreler ile kireç içeriği yüksek toprağa uygulama yapılmıştır. Dokulardaki demir konsantrasyonları, Fe-sitrat-NPK ve Fe-EDDHA-NPK ile yetiştirilen bitkilerde önemli ölçüde daha yüksek belirlenmiştir. Yer fıstığının en genç yapraklarındaki aktif demir konsantrasyonu, dikimden 50 ve 80 gün sonra yaprak klorofiline bağlı olarak, doğrusal bir değişim göstermiştir. Demir alınımı üzerine, FeSO₄-NPK'nın yüksek toplam bağlı demir ve kuru madde miktarına rağmen, Fe-sitrat-NPK ve Fe-EDDHA-NPK'den daha az etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, Fe-sitrat-NPK ve Fe-EDDHA-NPK uygulamalarının, kireçli topraklarda yer fıstığında demir klorozuna karşı etkili olduğunu göstermiştir.

Demirli Gübrelerin Sap Aktif Demir İçeriğine Etkisi

Farklı demirli gübrelerin bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda maydanoz bitkisinin sapında bulunan aktif demir miktarına olan etkisi incelenmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 6'da verilmiştir.

Yapılan istatistikî değerlendirme sonucuna göre maydanoz sapı aktif demir içeriğine, uygulamaların, biçimin ve uygulamalar ile biçim interaksyonunun % 1 seviyesinde, önemli etkisi olduğu belirlenmiştir.

Maydanoz sapında en yüksek aktif demir içeriği Fe-EDTA uygulamasında, en düşük aktif demir içeriği Kontrol+ HCO₃⁻ uygulamasında saptanmıştır. Ortalama verilere göre en yüksek sap aktif demir içeriği ilk biçimde 3.7 ppm tespit edilmiştir. Biçim sayısı arttıkça saptaki aktif demir miktarının azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge-6).

Farklı Fe-EDTA dozları ile bikarbonatın etkilerini mısır bitkisi üzerindeki etkileşimin araştırıldığı araştırmada, genel olarak, 20 µM Fe (Fe-EDTA) uygulamasının incelendiği sürgün ve kök kuru ağırlıkları, toplam Fe, aktif Fe içeriğini arttırdığını ve toplam ve aktif Fe içeriğinin S2 (20 µM Fe) ile yetiştirilen mısırın filizlerinde ve köklerinde en yüksek miktarda bulunduğunu belirtmiştir. HCO₃⁻ uygulaması ile tüm bunların azalışa geçtiği eklenmiştir (Çelik ve ark., 2006).

Demirli Gübrelerin Maydanoz Bitkisi Toplam Verimine Etkisi

Demirli gübrelerin bikarbonatlı ve bikarbonatsız koşullarda maydanoz bitkisinin toplam verimine etkisi incelenmiş ve elde edilen değerler Çizelge-7'de verilmiştir.

Maydanoz bitkisi toplam verimine uygulamaların, biçimin ve uygulamalar ile biçim interaksyonunun % 1 önemli etkisi olduğu tesbit edilmiştir.

Toplam verimin 113,8 ve 147,7 gr arasında değiştiği araştırmada en yüksek verim 147,7 gr ile FeSO₄·7H₂O uygulamasında elde edilmiştir. İlk biçimde ise ortalama en yüksek maydanoz verimi 212,5 gr olarak belirlenmiştir (Çizelge-7).

Ceylan ve ark.(2005) azotlu gübrelemenin farklı ekim zamanlarında yetiştirilen maydanoz bitkisinde azot birikimi,verim ve bazı kalite özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında azot dozlarının toplam verimi % 1 düzeyinde etkilediğini tesbit etmişlerdir.Ekim zaman ortalamasına göre en yüksek toplam verim 10 kg/ da uygulamasında 9748.7 gr/parsel olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6. Demirli gübrelerin sap aktif demir içeriğine etkisi (ppm)

Table 6. Iron fertilizers effect on stem active iron content (ppm)

Uygulamalar	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	Maks.	Min.	Ort.
Kontrol	3.9a	2.6	2.1	3.9	2.1	2.8b
Fe-EDTA	4.3a	3.7	3.0	4.3	3.0	3.7a
FeSO ₄ ·7H ₂ O	4.2a	3.3	3.3	4.2	3.3	3.6a
Kontrol+HCO ₃ ⁻	2.8b	1.7	0.5	2.8	0.5	1.7d
Fe-EDTA+HCO ₃ ⁻	3.5ab	2.6	0.8	3.5	0.8	2.3c
FeSO ₄ ·7H ₂ O+HCO ₃ ⁻	3.4ab	2.7	0.5	3.4	0.5	2.2c
Maks.	4.3	3.7	3.3			
Min.	2.8	1.7	0.5			
Ort.	3.7a	2.8b	1.7c			
LSD _{uygulama}	0.506**	LSD _{uyg.xbiçim} 0,876**				
LSD _{biçim}	0.357**					

Çizelge 7. Demirli gübrelerin maydanoz bitkisi toplam verimine etkisi (g/saksı)**Table 7.** Iron fertilizers effect on total yield of parsley (g/pot)

Uygulamalar	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	Maks.	Min.	Ort.
Kontrol	210.3b	98.8	92.0	210.3	92.0	133.7b
Fe-EDTA	176.1c	107.4	98.9	176.1	98.9	127.5b
FeSO₄.7H₂O	231.5b	111.9	99.8	231.5	99.8	147.7a
Kontrol+HCO₃⁻	255.1a	92.6	62.4	255.1	62.4	136.7ab
Fe-EDTA+ HCO₃⁻	229.1b	100.2	70.1	229.1	70.1	133.1b
FeSO₄.7H₂O+ HCO₃⁻	172.8c	98.4	70.1	172.8	70.1	113.8c
Maks.	255.1	111.9	99.8			
Min.	172.8	92.6	62.4			
Ort.	212.5a	101.5b	82.2c			
LSD _{uygulama}	12,490**		LSD _{uygxbiç.} 21,634**			
LSD _{biçim}	8,832**					

SONUÇ

Demir elementi, bitkilerin beslenmesi ve kalitesi üzerine etkili olan önemli bir besin elementidir. Özellikle yöremiz topraklarının genel olarak kireç ve bikarbonat içeriğinin yüksek olması nedeniyle demir klorozu bölgemizin önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır. Araştırmamızda bikarbonat içeren uygulamalarda Fe-EDTA önemli etkinlik göstermiş ve bitki demir içeriğini (toplam ve aktif Fe) ve toplam verimi olumlu etkilemiştir.

Araştırmada, yüksek bikarbonat içeriğinin demir elementi içeriklerine olan olumsuz etkileri görülmüştür. Bunların sonucunda önemli bir mikroelement olan demir ile eksik beslenme oluşmaktadır. Günlük hayatta oldukça fazla kullanılan maydanoz bitkisinin yeterli bir şekilde beslenmesi önemli bir konudur. Sonuç olarak demirli gübre kullanımında şelatlı gübrelerin kullanılması kaliteyi ve verimi arttıracaktır.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Açıkgöz, N., İlker, E. & Gökçöl, A., (2004). *TARIST- Biyolojik araştırmaların bilgisayarında değerlendirilmeleri*. Bornova-İzmir: EÜ Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi. Yayın No: 2, ISBN: 973-483-607-8.
- Atta-Aly, M. A., (1999). Effect of nickel addition on the yield and quality of parsley leaves. *Scientia Horticulturae*, 82, 9-24.
- Başar, H. (2000). Factors affecting iron chlorosis observed in peach trees in the Bursa region. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 24, 237-245.
- Bergmann, W. (1988). *Ernaehrungsstörungen bei Kulturpflanzen*. New York: Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
- Celik, H., Katkat, A.V. & Başar, H. (2006). Effects of bicarbonate induced iron chlorosis on selected nutrient contents and nutrient ratios of shoots and roots of different maize varieties. *Journal of Agronomy*, 5(2), 369-374.
- Ceylan, Ş., Mordoğan, N., Yoldaş, F. & Çakıcı, H., (2005). Azotlu gübrelemenin farklı ekim zamanlarında yetiştirilen maydanoz bitkisinde azot birikimi verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Raporu, Özdemir, 54s.
- Chen, H., Hu, Z., Li, X., Zhang, F., Chen, J. & Zhang, M. (2016). Iron fertilizers applied to calcareous soil on the growth of peanut in a pot experiment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(12), 1753-1764.
- Dassler, E. & Heitmann, G. (1991). *Obst und Gemüse Eine Warenkunde 4. Auflage*. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey.
- Erdal, İ., Kaplankıran, B., Evren, E., Küçükyumuk, Z. & Türkan, Ş.A. (2014). Farklı demir içeriklerine sahip besin çözeltilisiyle beslenen domates bitkisinin gelişimi, toplam demir, aktif demir, klorofil ve SPAD değerleri arasındaki ilişkiler. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1), 36-41.
- Fırattekin, Y., Üner, K., Bayram, E. & Özsoy, Ü. (2000). *Menemen Ovası koşullarında maydanozun azotlu ve fosforlu gübre gereksinimi*. Menemen: Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 29s.
- Günay, A. (1984). *Sebzecilik*. Cilt III, Ankara: Çağ Matbaası.
- Haynes, R.S. & R.S. Swift, (1985). Effects of liming on the extractability of Zn, Fe and Cu from a peat medium and the growth and micronutrient uptake of highbush blueberry plants. *Plant and Soil*, 84, 213-223.
- Kacar, B., (1972a). *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri*. 1-2. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 468, Yardımcı Ders Kitabı, 161s.
- Kacar, B., (1972b). *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri II, Bitki analizleri*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 453, Ankara, 646s.
- Kacar, B., (1984). *Bitki Besleme*. A.Ü. Ziraat Fak.Yay. 899, 2 Bas. Ankara: A.Ü Basımevi.
- Karaman, M.R. (1999). Investigation of Chlorosis in peach trees growing in Tokat region using soil and plant analysis and the effect of soil moisture on the determination of the amounts of DTPA-extractable Fe, Cu, Zn and Mn. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 23(3), 707-719.
- Katkat, A.V., Özgümüş, A., Başar, H. & Altinel, B. (1994). Iron, manganese, zinc and copper nutrition of peach trees growing in the Bursa region. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 18, 447-456.
- Köseoğlu, A.T., (1995). Effect of iron chlorosis on mineral composition of peach leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 18(4), 765-776.
- Lindsay, W.L. & Norvell, W.A., (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal*, 42, 421- 428.
- Lorente, S., Leon, A., Torrecillas, A. & Alcaraz, C., (1976). Leaf iron fractions and their relation with iron chlorosis in citrus. *Agrochimica*, 20, 204-212.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. (2nd Ed., 889p.) New York: Academic Press.
- Mengel, K., Breining, M.T., Bübl, W., (1984). Bicarbonate the most important factor inducing iron chlorosis in vine grapes on calcareous soil. *Plant and Soil*, 81, 333-344.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H. & Appel, T. (2001). Elements with more toxic effects. In *Principles of Plant Nutrition*, (657-673 pp.). Dordrecht: Springer.
- Mohamed, A. E., Rashed, M. N. & Mofty, A. (2003). Assessment of essential and toxic elements in some kinds of vegetables. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 55, 251-260.
- Oktay, M. (1983). *Satsuma Mandarinlerinde (Citrus unshiu Marcovitch) görülen Kloroza etkili etmenler üzerinde bir araştırma* (Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Doktora Tezi, Bornova-İzmir).
- Oserkowski, J. (1933). Relacion cuantitativa entre la clorofila y el hierro en las hojas de para entre las verdes y las cloróticas. *Plant Physiology*, 8, 449- 469.
- Pourebahimi, M., Roosta, H.R. and Hamidpour, M. (2014). Interactive effect of sodium bicarbonate and different Fe sources on micronutrients concentration in bell pepper plants. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 5(17).
- Pushnik, J. C. & Miller, G. W. (1989). Iron regulation of chloroplast photosynthetic function: Mediation of PSI development. *Journal of Plant Nutrition* 12, 407-421.
- Ralph J. M. Temmink, Sarah F. Harpenslager, Alfons J. P. Smolders, Gijs van Dijk, Roy C. J. H. Peters, Leon P. M. Lamers & Monique M. L. van Kempen. (2018). Azolla along a phosphorus gradient: biphasic growth response linked to diazotroph traits and phosphorus-induced iron chlorosis. *Scientific Reports* 8:1.
- Roosta, H.R., Pourebahimi, M. and Hamidpour, M. (2015). Effects of bicarbonate and different Fe sources on vegetative growth and physiological characteristics of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in hydroponic system. *Journal of Plant Nutrition*, 38(3), 397-416.
- Saatçı, N., (1990). *Die wirkung neuer fe-dünger auf chlorose bei wienreben (Vitis vinifera L.)*. (Justus Liebig Universität Giessen. Doktora tezi. Giessen-Almanya).
- Saatçı, N. & Yağmur, B., (2000). Relationship between the concentrations of iron, macro and micro nutrients in Satsuma mandarin leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 23(11-12), 1745-1750.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Leblebici, E. & Bakat, L., (1986). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, 1106, Bornova, İzmir.
- Vural, H., Eşiyok, D. & Duman, İ. (2000). *Kültür sebzeleri (sebze yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, 440 s.
- Zeybek, N. (1985). *Farmasotik botanik*. Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, I, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.