



Effect of Different Iron Fertilizer Applications on the Chlorophyll, Active Iron and Nutrient Contents of Kiwifruit Leaves

Ceyhan Tarakçıoğlu^{1,a,*}, Derya Türüdü^{2,b}

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu, Türkiye

²Yağlıdere İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Giresun, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06.11.2023 Accepted : 28.05.2024</p> <p><i>Keywords:</i> Kiwifruit Iron chlorosis Chelates FeSO₄ Foliar and soil applications</p>	<p>This study was carried out to determine the prevention levels of iron (Fe) chlorosis in kiwifruit by soil application of Fe-EDDHA, Fe-DTPA, Fe-HBED, FeSO₄ and foliar application of Fe-DTPA, Fe-EDTA, FeSO₄ and Fe-Nano fertilizers. While soil treatment was 5g Fe application, foliar treatments was 10 mg L⁻¹ Nano-Fe and the other fertilizers were 75 mg Fe L⁻¹ doses per tree. Leaf samples were taken at different periods (flowering, fruit set, mid season) and their effects on the total and active Fe, total chlorophyll and some nutrient contents of the plants were investigated. According to the results, it was determined that although total Fe content of kiwifruit leaves decreased after the flowering period, active Fe and chlorophyll contents and active Fe/total Fe ratio increased. Leaves have usually sufficient levels of nutrient contents except for Fe and Mg in all treatments. On the other hand, it was determined that foliar applications of Fe-EDTA, FeSO₄ and Fe-DTPA and soil applications of FeSO₄, Fe-HBED and Fe-EDDHA were more effective in preventing of Fe chlorosis in kiwifruit, respectively.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1548-1556, 2024

Farklı Demirli Gübre Uygulamalarının Kivi Yapraklarının Klorofil, Aktif Demir ve Besin Elementi İçeriklerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06.11.2023 Kabul : 28.05.2024</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> Kivi Demir klorozu Şelatlar FeSO₄ Yaprak ve topraktan uygulama</p>	<p>Bu çalışma, topraktan Fe-EDDHA, Fe-DTPA, Fe-HBED ve FeSO₄ ile yapraktan Fe-DTPA, Fe-EDTA, FeSO₄ ve Fe-Nano gübre uygulamalarının kivi bitkisinde demir (Fe) klorozunu önleme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Topraktan ağaç başına 5 g Fe uygulanırken, yapraktan Fe-Nano 10 mg L⁻¹, diğer gübreler ise 75 mg Fe L⁻¹ dozlarında uygulanmıştır. Farklı dönemlerde (çiçeklenme, meyve tutumu ve vejetasyon ortası) yaprak örnekleri alınarak bitkilerin toplam ve aktif Fe, toplam klorofil ve bazı besin elementi içeriklerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kivi yapraklarının toplam Fe içeriği çiçeklenme döneminden sonra azalmakla birlikte; aktif Fe ve klorofil içerikleri ile aktif Fe/toplam Fe oranının arttığı tespit edilmiştir. Yapraklar, Fe ve Mg hariç, tüm uygulamalarda genellikle yeterli düzeylerde besin elementi içeriklerine sahip olmuşlardır. Diğer taraftan, sırasıyla yapraktan Fe-EDTA, FeSO₄ ve Fe-DTPA uygulamaları ile topraktan FeSO₄, Fe-HBED ve Fe-EDDHA uygulamalarının kivide Fe klorozunu önlemede daha etkili oldukları belirlenmiştir.</p>

^a ctarakcioglu@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-1846-2097>

^b deryaturudu28@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-5635-0914>



Giriş

Tarım topraklarının toplam demir içerikleri genellikle fazla olmakla birlikte, özellikle kireç kapsamı yüksek ve organik madde içeriği düşük olan topraklarda demir noksanlığı bitkilerin beslenmesi için önemli bir risk oluşturmaktadır. Demir içeren gübrelerin yapraktan veya topraktan uygulanması, klorozu önlemede uzun süreli etkili ve ekonomik olmayabilmektedir. Toprak ve yaprak analizleri, Fe eksikliğinin belirlenmesinde doğru bilgi vermeyebilmektedir. Klorozlu yaprakların toplam Fe içerikleri, yeşil yapraklardan daha yüksek olabilmekte ve teşhisi zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle bitkilerde klorofil oluşumunda etkili olan aktif demir (Fe^{+2}) miktarının belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir (Lang ve Reed, 1987; Marschner, 1995; Başar, 2000; Güneş ve ark., 2000).

Bilim adamları bitkilerde Fe noksanlığına karşı farklı stratejiler geliştirmeye çalışmaktadır. Bu konuda öncelikle farklı bitki çeşitlerinin demir etkinlikleri tespit edilmiş, klorozu dayanıklı etkin çeşitler ve anaçlar belirlenerek bitki doku kültürü yöntemiyle kirece dayanıklı anaçların ıslahı yapılmıştır (Horuz ve ark., 2016). Bu çalışmaların yanı sıra bazı araştırmacılar, çeşitli inorganik Fe tuzları ile demirli yan sanayi ürün veya atıkların kullanılması, toprak pH'sının düzenlenmesi, Fe-şelatların uygulanması, yapraklara düşük konsantrasyonda farklı seyreltik inorganik veya organik asitlerin püskürtülmesi, toprakta yaraysız forumdaki demiri şelatlayıcı şelatörler ve son yıllarda da nanoteknoloji ile üretilen ürünlerin kullanılması gibi çeşitli uygulamalarla bitkilerde demir noksanlığını gidermeye çalışmışlardır. Bu konuda kivide Tagliavani ve ark. (1995) sitrik asit ve sülfürik asit uygulaması; Rombola ve ark. (2000, 2002a-b, 2003) Fe-malat, Fe-sitrat, Fe-DTPA, FeSO₄, Fe-EDTA, sentetik vitanit ve Fe-EDDHA uygulaması; Vizzotto ve ark. (1997, 1999) Fe-EDTA uygulamaları ile Fe noksanlığını gidermeye yönelik çalışmalar yapmışlardır.

Ülkemizde kivi yetiştiriciliği 1988 yılında Marmara Bölgesi'nde başlamış ve Karadeniz Bölgesi'nde hızla yayılmıştır. Kivi bitkisinin toprak üstü ve toprak altı aksamı çok hızlı gelişim göstermekte, bitkinin yaşına ve terbiye sistemine göre dekara yaklaşık 4 ton meyve ürünü alınabilmekte olup; her yıl yapılan budama ve ürün hasadı ile topraktan fazla miktarda besin elementleri sömürülmektedir. Bu yüzden, kividen her yıl yüksek ürün alabilmek için toprakta eksik olan besin elementlerinin gübreleme ile verilmesi zorunludur. Kivi bitkisinde Yeni Zelanda'da N ve K, Kaliforniya'da Zn, İspanya ve İtalya'da Fe ve Mn noksanlıkları saptanmış olup; N, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve B noksanlıklarının verimde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Clark ve Smith, 1987; Smith ve ark. 1987a, 1988; Tagliavini ve ark. 2000; Xiloyannis ve ark. 2003, Xu ve ark. 2015). Ülkemizde yapılan çalışmalarda Doğu Marmara'da yıldan yıla vejetasyon periyodu içerisinde değişik oranlarda N, K, Ca, Mg, Fe, Cu ve Mn noksanlıklarına rastlanıldığı bildirilmiştir (Soyergin ve ark., 2003a, b). Tarakçıoğlu ve ark., (2007) Ordu İli kivi bahçeleri topraklarının genellikle yeterli miktarlarda besin element içerdiklerini, fakat yapraklarda farklı oranlarda N, P, K, Ca, Na ve Cl noksanlıklarına rastlandığını ve mikro besin elementi bakımından beslenme probleminin olmadığını tespit etmişlerdir. Yine Özkutlu ve ark. (2011) Ordu İli kivi bahçesi topraklarının genellikle yeterli

miktarda Fe içerdiğini; çiçeklenme döneminde yaklaşık %59, vejetasyon döneminde ise %6 oranında yapraklarda Fe noksanlığını olduğunu belirlemişlerdir. Fakat son yıllarda kivide artan verim ve bilinçsiz gübreleme neticesinde bazı makro besin elementlerinin yanı sıra Fe ve Zn noksanlıkları ile B toksikliği görülmeye başlanmıştır.

Bu çalışmada, demir klorozu görülen kivi bahçesinde topraktan ve yapraktan uygulanan demirli gübrelerin farklı örneklem dönemlerinde yaprakların toplam klorofil, aktif demir ve toplam demir ile bazı bitki besin maddesi içeriklerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Ordu İli Altınordu İlçesi'nde 2004 yılında T şeklinde ve 4 m × 5 m mesafeli 8 dişi Hayward ve 1 tozlayıcı Matua çeşidiyle (*Actinidia deliciosa* L.) dikim yapılan kivi bahçesinde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kivi bahçesinde son iki yıl çiçeklenme dönemi başlangıcında demir noksanlığı gözlenmiş, 2018-2019 vejetasyon döneminde bir yıl süreli bir çalışma planlanmıştır.

Araştırmada temel gübreleme (KONTROL) olarak Mart ayında her bir ağaca 120-60-60 g (N-P₂O₅-K₂O) kompoze gübreden [(20-10-10 + 7SO₃), DMPP inhibitörlü, (% 9 NO₃-N, % 11 NH₄-N)], Mayıs ayında ise 60 g N azotlu gübreden [(26-0-0 + 32 SO₃), DMPP inhibitörlü, (% 7,5 NO₃-N, % 18,5 NH₄-N)] taç iz düşümüne uygulanmış ve çapalanmıştır.

Topraktan ağaç başına 5 g Fe dozunda Fe-EDDHA (%6 Fe, o-o:4,8), Fe-DTPA (%7 Fe), Fe-HBED (%6 Fe), FeSO₄.7H₂O (%17 Fe) gübreleri 5 litre su içerisinde bitkinin taç iz düşümüne Nisan ayında uygulanarak çapalanmıştır. Yapraktan uygulamada ise Fe-DTPA (%7 Fe), FeSO₄.7H₂O (%17 Fe), Fe-EDTA combi (%2 Fe, NPK mikro) gübrelerinden 75 mg L⁻¹, Fe-Nano (6 g L⁻¹) gübresinden 10 mg L⁻¹ dozunda Mayıs ayında (2019 yılı) iki kez püskürtülmüştür. Demir içeren gübreler, topraktan yapılan uygulamalarda T-DTPA vb. gibi, yapraktan yapılan uygulamalarda ise Y-DTPA vb. gibi gösterilerek yorumlanmıştır.

Deneme bahçesinden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış, Kacar (2016) tarafından aktarılan ve aşağıda belirtilen yöntemlerle analizi yapılmıştır. Bahçe toprağının kumlu killi tın tekstürlü (Bouyoucos, 1951), nötr reaksiyonlu (pH= 7,33 - 1:2,5 toprak:saf su; Grewelling ve Peech, 1960), orta kireçli (%13,8; Çağlar, 1949); orta organik maddeli (%2,30; Jackson, 1962) ve fazla azotlu (%0,177 toplam N; Bremner, 1965) olduğu saptanmıştır. Toprağın alınabilir P içeriği fazla (32,3 mg kg⁻¹; Olsen ve ark., 1954); ekstrakte edilebilir K (0,713 cmol kg⁻¹), Ca (8,33 cmol kg⁻¹) ve Mg (3,26 cmol kg⁻¹) içerikleri fazla bulunmuştur (Pratt 1965). Deneme bahçesi toprağının DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe içeriği orta (3,45 mg kg⁻¹) düzeyde iken, Zn (1,46 mg kg⁻¹) ve Cu içeriklerinin (1,85 mg kg⁻¹) yeterli, Mn içeriğinin ise az olduğu (7,25 mg kg⁻¹) belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Çalışmada demirli gübrelerin etkilerini belirlemek için üç farklı dönemde yaprak örnekleri alınmıştır. Bu amaçla, yaprak örnekleri meyve veren sürgünlerden çiçeklenme döneminde (29/05/2019) ilk çiçeklerin karşısındaki yapraklardan (Testolin ve Crivello, 1987); meyve tutum

döneminde (19/06/2019) son meyveden sonraki ikinci yapraklardan (Clark ve ark., 1986); vejetasyon ortası dönemde (17/07/2019) meyve olgunluğundan önce gelişimini tamamlamış en genç yapraklardan (Velemis ve ark., 1995) yapılmıştır. Yaprak analiz sonuçları, Çizelge 1'de sunulan optimum sınır değerlerine göre yorumlanmıştır.

Bitkide toplam klorofil (a+b) analizinde, taze kivi yaprağı (0,25 g) aseton ile (%80) havanda ezilerek balona süzölmüş (25 ml), spektrofotometrede 645 ve 663 nm'de absorbanları ölçölmüş ve aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır. Formölde v= Hacim (ml), w= Yaprak ağırlığı (g), d645, d663nm'deki absorban okumasıdır (Bruinsima, 1963).

$$\text{Klorofil a} = [12,7 \times (d663) - 2,69 \times (d645)] \times (v/1000xw)$$

$$\text{Klorofil b} = [22,9 \times (d645) - 4,68 \times (d663)] \times (v/1000xw)$$

$$\text{Toplam Klorofil, mg g}^{-1} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

Bitkide toplam N analizi Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965), nitrik asit ile kuru yakılan yaprak örneklerinde toplam P molibdfosforik sarı renk yöntemiyle (Kitson ve Mellon, 1944), toplam K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise AAS'de Kacar ve İnal (2008)'ın aktardığı metotlarla yapılmıştır. Aktif Fe analizi, 2 g kuru yaprak 1 N HCl asitle (15 ml) dört saat çalkalanmış, bir gece bekletilmiş, süzölmüş, saf suyla 25 ml'ye tamamlanmış ve AAS'de okuma yapılmıştır (Takkar ve Kaur, 1984). Araştırma sonuçlarına ait verilerin varyans analizleri Minitab 17 paket programı kullanılarak yapılmış ve çoklu karşılaştırmalar için her dönem ayrı ayrı Tukey testine tabi tutulmuştur.

Çizelge 1. Kivi yapraklarının optimum besin elementi içerikleri

Table 1. Optimum nutrient contents of kiwifruit leaves

Örnekleme Dönemi Kaynak/ Element	Çiçeklenme		Meyve Tutumu		Vejetasyon Ortası	
	Testolin ve Crivello, (1987)		Clark ve ark., (1986)		Velemis ve ark., (1995)	
N, %	2,20 – 2,60		2,2 – 2,8		2,20 – 2,95	
P, %	0,18 – 0,25		0,18 – 0,22		0,20 – 0,60	
K, %	1,60 – 2,00		1,8 – 2,5		2,00 – 3,70	
Ca, %	2,50 – 3,00		3,0 – 3,5		2,10 – 5,00	
Mg, %	0,35 – 0,70		0,3 – 0,4		0,55 – 0,82	
Fe, mg kg ⁻¹	102 – 340		80 – 200		48 – 190	
Cu, mg kg ⁻¹	6 – 22		10 – 15		5 – 13	
Zn, mg kg ⁻¹	22 – 55		15 – 30		12 – 26	
Mn, mg kg ⁻¹	59 – 94		50 – 100		22 – 242	

Çizelge 2. Gübrelemenin yaprağın toplam ve aktif Fe içeriği ile aktif Fe/toplam Fe oranına etkileri

Table 2. Effect of fertilization on the total and active Fe content of the leaf and the active Fe/total Fe ratio

Dönem Gübre	Çiçeklenme Dönemi		Meyve Tutumu		Çiçeklenme Dönemi		Meyve Tutumu	
	Toplam Fe, mg kg ⁻¹		Aktif Fe, mg kg ⁻¹		Aktif Fe/Toplam Fe		Aktif Fe/Toplam Fe	
KONTROL	88,7 b*	81,3 a	25,2 b	28,1 e	0,284 cd	0,346 e		
T-EDDHA	93,9 ab	81,9 a	25,4 b	28,8 de	0,271 cd	0,352 de		
T-DTPA	90,4 b	71,7 b	27,5 ab	31,6 a-e	0,305 abc	0,441 ab		
T-HBED	90,4 b	76,9 ab	29,1 a	34,8a	0,322 ab	0,454 a		
T-FeSO ₄	91,8 ab	77,1 ab	26,7 ab	32,8 abc	0,291 bcd	0,426abc		
Y-DTPA	97,8 a	76,4 ab	25,5 b	30,6 b-e	0,261 d	0,401bcd		
Y-FeSO ₄	89,0 b	76,4 ab	29,5 a	32,7a-d	0,332 a	0,428abc		
Y-EDTA	94,3 ab	78,1 ab	27,4 ab	34,6ab	0,291 bcd	0,443ab		
Y-NANO	92,8 ab	76,2 ab	24,6 b	29,4cde	0,265 d	0,387cde		
Ortalama	92.12	77,33	26,77	31,49	0,291	0,409		

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Çizelge 3. Gübrelemenin yaprağın toplam klorofil içeriğine (mg g^{-1}) etkileri
 Table 3. Effect of fertilization on the total chlorophyll content (mg g^{-1}) of the leaf

Dönem / Gübre	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Artış, %
KONTROL	15,91 de*	22,22 cd	39,7 b
T-EDDHA	19,88 ab	24,02 bc	20,7 c
T-DTPA	14,27 e	21,77 cd	52,7 a
T-HBED	15,94 de	20,12 d	26,3 c
T-FeSO ₄	16,25 cde	23,68 bc	45,7 ab
Y-DTPA	17,15 cd	25,41 b	48,1 ab
Y-FeSO ₄	17,26 cd	20,41 d	18,7 c
Y-EDTA	21,80 a	30,70 a	40,9 ab
Y-NANO	18,05 bc	25,57 b	41,7 ab
Ortalama	17,39	23,77	37,17

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Yaprakların aktif Fe / toplam Fe oranları çiçeklenme döneminde 0,261-0,332 iken, meyve tutum döneminde artış göstererek 0,346-0,454 arasında değişmiştir. Çiçeklenme döneminde en yüksek oran Y-FeSO₄ ve T-HBED; meyve tutum döneminde ise T-HBED ve Y-EDTA uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Yaprakların toplam klorofil içeriği üzerine uygulamalar %1 düzeyinde önemli etkilerde bulunmuş olup; çiçeklenme döneminde yaprakların toplam klorofil içeriği 14,27-21,80 mg g^{-1} arasında değişim göstermiştir. Bu dönemde en yüksek değerlere Y-EDTA ve T-EDDHA uygulamalarında ulaşılmıştır. Meyve tutum döneminde ise yaprakların klorofil içeriğinde artış gözlenmiş ve 20,12-30,70 mg g^{-1} arasında değişmiştir (Çizelge 3). En yüksek klorofil içeriği bu dönemde Y-EDTA uygulamasında belirlenmiş, Y-NANO, Y-DTPA ve T-EDDHA'nın etkisi istatistiki anlamda benzer olmuştur. Yine meyve tutum döneminde T-DTPA, Y-DTPA ve T-FeSO₄ uygulamalarıyla yaprakların klorofil içeriğinde sırasıyla %52,7, %48,1 ve %45,7 oranlarında artış saptanmıştır. Çiçeklenme döneminden sonra yaprakların toplam Fe içeriği azalmış olsa bile, aktif Fe ve klorofil içeriklerindeki artışla birlikte yapraklarda Fe klorozunun azaldığı gözlenmiştir.

Kacar (2019), amonyum azotu içeren gübrelerin toprak pH'sını asitleştirmesiyle Fe'in çözünürlüğünün ve yararlılığının arttığını bildirmiş olup; denemede kullandığımız temel gübrelerin inhibitörlü amonyum azotu ve kükürt içermesi, uygulamalar arasında çok belirgin bir fark görülmemesi, temel gübrelemenin de bitkilerin Fe ile beslenmesine katkı sağladığını düşündürmektedir. Ayrıca Tagliavini ve Rombola (2001), NO₃ alımının yaprak apoplastını bazikleştirerek Fe'i inaktif yaptığını, asitli çözeltilerin yapraklara uygulandığında klorozlu yaprakların tekrar yeşillendiğini; Rout ve Sahoo (2015) ise, üre gübresinin kütikülanın geçirgenliğini artırarak Fe alımını teşvik ettiğini belirtmişlerdir.

Genç yapraklara Fe taşınımının sınırlı olması nedeniyle bitkilere sürekli Fe uygulamasının yapılması gerektiği ve bitkilerin toplam Fe ile klorofil kapsamları arasında ilişki olduğu Güneş ve ark. (2000) tarafından bildirilmiş olup; Mirzapour ve Khoshgofarmanesh (2013), aktif demir analizinin bitkilerin Fe ile beslenmesinde daha iyi bir gösterge olduğunu, Horuz ve ark., (2016) bitkilerde yeterli Fe olsa bile noksanlık belirtilerinin görülebileceğini ve klorozlu bitkilerin daha fazla toplam Fe içerebileceğini bildirmişlerdir.

Sonuçlarımızla benzer şekilde Smith ve ark. (1987b) kivide yaprak oluşumundan meyve tutum dönemine kadar yaprakların Fe içeriklerinin hızla azaldığını bildirmişlerdir. Tagliavini ve ark. (1995) yaprağa uygulanan Fe-DTPA'nın kiviinin aktif ve toplam Fe içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Rombola ve ark. (2003) kivi bitkisinin yaprak kuru ağırlığı ve spesifik yaprak ağırlığı üzerine Fe-EDDHA ve vitanit uygulamalarının önemli etkilerde bulunduğunu, hızlı gelişen bitkilerde 'sulandırma etkisi' sebebiyle Fe miktarında artış olmadığını, yaprak uygulamalarının özellikle çiçeklenme döneminde Fe alımını hızlandıracağını, fakat bunun Fe klorozunu tamamen gideremeyeceğini ve bu yüzden vejetasyon periyodu içerisinde uygulamanın birkaç kez yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Lucena (2006), Fe-EDDHA'nın yaprakların aktif Fe içeriğini arttırdığını ve yaprakları tekrar yeşillendirdiğini belirtmiştir.

Pestana ve ark. (2001) yaprağa uygulanan FeSO₄'ın portakal çiçek ve yaprağının Fe ve Zn içeriklerini arttırdığını; Tagliavini ve Rombola (2001), topraktan uygulanan FeSO₄'ın kireçli topraklarda etkisiz kalacağını; Güneş ve ark. (2013) yapraktan uygulanan FeSO₄ ve Fe-Nano (%0,2)'nin armut ve elma yapraklarının Fe içeriğini arttırdığını; yapraktan FeSO₄ uygulamasının Deveci armudu (Gürel ve Başar 2016) ve zeytin (Başar ve Gürel, 2015; Bonyanpor ve ark., 2017) yapraklarının toplam Fe içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Yine Kumar ve ark., (2017) yapraktan mikroelement uygulamasının mandalina yapraklarının klorofil içeriğini; Rajaie ve Tavakoly (2018) ise topraktan Fe-EDDHA uygulamasının portakal yapraklarının klorofil içeriği ve Fe konsantrasyonu arttırdığını bildirmişlerdir.

Korkmaz ve ark. (2023) topraktan uygulanan Fe-EDDHA'nın kireçli toprakta yetiştirilen elma yapraklarının toplam ve aktif Fe ile klorofil konsantrasyonu üzerine önemli etkilerde bulunduğunu; Fe-kleytli gübrelerin orto-orto izomer oranı arttıkça bitkinin Fe alımını arttırdığını bildirmiş olup; Fe-HBED uygulamasında bizim sonuçlarımızla benzer şekilde aktif Fe/toplam Fe oranının en yüksek olduğunu saptamışlardır.

Demir Uygulamalarının Yaprakların Toplam Azot, Fosfor, Potasyum ve Kalsiyum İçeriklerine Etkileri

Yaprakların N içerikleri dönemsel olarak %3,21-3,37, %2,50-2,72 ve %2,27-2,50 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Demir uygulamalarının yaprakların N içerikleri üzerine sadece meyve tutum döneminde önemli etkilerde bulunduğu, Y-EDTA uygulaması dışında bütün uygulamaların istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Gübrelemenin yaprağın toplam N, P, K ve Ca içeriğine etkileri
Table 4. Effect of fertilization on the total N, P, K and Ca content of the leaf

Dönem	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası
Gübre		Azot, %			Fosfor, %	
KONTROL	3,21	2,55 ab*	2,30	0,324 c	0,206 abc	0,181 b
T-EDDHA	3,33	2,59 ab	2,27	0,373 b	0,224 abc	0,187 ab
T-DTPA	3,36	2,50 b	2,35	0,406 ab	0,227 abc	0,198 ab
T-HBED	3,37	2,69 ab	2,49	0,413 ab	0,232 ab	0,201 ab
T-FeSO ₄	3,26	2,70 ab	2,46	0,407 ab	0,233 a	0,194 ab
Y-DTPA	3,32	2,70 ab	2,48	0,425 a	0,229 abc	0,208 a
Y-FeSO ₄	3,30	2,52 ab	2,27	0,417 ab	0,204 bc	0,185 ab
Y-EDTA	3,35	2,72 a	2,50	0,406 ab	0,210 abc	0,193 ab
Y-NANO	3,25	2,58 ab	2,35	0,405 ab	0,203 c	0,195 ab
Ortalama	3,31	2,62	2,39	0,397	0,219	0,194
		Potasyum, %			Kalsiyum %	
KONTROL	2,97 ab	1,97 c	1,66 ab	2,63	2,66 ab	3,31
T-EDDHA	3,00 ab	2,51 ab	1,71 ab	2,52	2,59 ab	3,46
T-DTPA	3,26 a	2,65 a	1,80 a	2,74	2,72 ab	3,57
T-HBED	3,23 ab	2,29 bc	1,87 a	2,52	2,55 ab	3,58
T-FeSO ₄	3,40 a	2,51 ab	1,79 a	2,70	2,75 ab	3,34
Y-DTPA	3,02 ab	2,11 c	1,87 a	2,94	2,95 a	3,81
Y-FeSO ₄	3,04 ab	2,04 c	1,72 ab	2,39	2,30 b	3,54
Y-EDTA	2,83 b	2,13 c	1,65 ab	2,60	2,68 ab	3,56
Y-NANO	3,04 ab	1,99 c	1,52 b	2,57	2,53 ab	3,65
Ortalama	3,09	2,24	1,73	2,62	2,64	3,54

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Kivi bitkisi yapraklarının toplam N içerikleri dönemsel olarak azalmakla birlikte, Çizelge 1’de verilen optimum değerler ile karşılaştırıldığında bütün dönemlerde kivi bitkisinin N bakımından beslenme probleminin olmadığı ve uygulanan gübre dozunun yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Mills ve ark. (2009) azot noksanlığının kivide yaprak alanı ve fotosentez oranını azaltarak bitki gelişimini ve ürün miktarını sınırladığını, Ku ve ark. (2018) ise vejetasyon periyodu içerisinde kivi yapraklarının N içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Kivi bahçelerine yıllık olarak İtalya’da 15-60 kg N da⁻¹ (Lalatta ve ark. 1990), Yunanistan’da 10-40 kg N da⁻¹ (Jastas ve Therios, 1997) gübre uygulandığını; Özdemir ve Özyazıcı (2006) kivi için 8 kg N da⁻¹ gübre dozunun ekonomik olduğunu; Rombola ve ark. (2003) hasattan önce uygulanan 110 g N ağaç⁻¹ dozunun kivi meyvesinin N içeriğini arttırdığını fakat depo ömrünü azaltarak meyve kalitesini etkilediğini ve NO₃ yıkanmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Liao ve ark. (2019) kivide ağaç başına 6 kg organik ve 200 g N, P₂O₅ ve K₂O uygulamalarının gövde gelişimini, gövde çapını, klorofil içeriğini, meyve ve yaprağın besin maddesi içeriklerini arttırdığını saptamışlardır. Öztürk ve Tarakçıoğlu (2022), Ordu’da yürüttükleri bir çalışmada verim ve meyve kalitesi bakımından 200 g N ağaç⁻¹ uygulamasını ekonomik açıdan önermişlerdir. Vajari ve ark. (2018), kiviye yaprakdan uygulanan Üre (%1), ZnSO₄ (2000 mg L⁻¹) ve H₃BO₃ (1500 mg L⁻¹) gübre kombinasyonunun yaprak ve tomurcukların klorofil, çinko ve bor içeriklerinde önemli artışlar sağladığını belirlemişlerdir.

Yaprakların toplam P içeriği çiçeklenme döneminde %0,324-0,425, meyve tutumunda %0,203-0,233 ve vejetasyon ortasında ise %0,208-0,181 arasında değişmiş

ve Fe uygulamalarının etkisi bütün örnekleme dönemlerinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Vejetasyon döneminde kivi yapraklarının toplam P içerikleri azalma eğilimi göstermiş olup; Çizelge 1’de verilen optimum değerlerle karşılaştırıldığında, çiçeklenme döneminde bitkinin P içeriği optimum sınırların üzerinde iken; diğer dönemlerde kısmen optimum sınırlar içerisinde yer almıştır. Smith ve ark., (1988) diğer meyve ağaçlarına göre, kivin vejetasyon periyodu başlangıcında yaprakların P içeriğinin yüksek (> %1) olduğunu ve sonra azaldığını bildirmişlerdir. Mengel ve ark., (1984) yüksek miktarda P içeren bitkilerde demirin inaktif forma dönüştüğünü; Turan ve Horuz (2012), yüksek pH ve P konsantrasyonunun topraktan Fe alımını sınırladığını, Fe-fosfat çökmesinin hem kök bölgesinde hem de bitkilerin iletim dokularında gerçekleşebileceğini ve demirin çözünürlüğünün azalacağını belirtmişlerdir. Mirzapour ve Khashgoftormanesh (2013), bitkilerde Fe noksanlığının tahmininde P/Fe oranının iyi bir indeks olabileceğini bildirmişlerdir. İtalya’da kivi bahçelerine yıllık olarak 15-25 kg P₂O₅ da⁻¹ (Lalatta ve ark. 1990), Yunanistan’da 2-3 yılda bir 10-15 kg P da⁻¹ (Jastas ve Therios, 1997) gübre uygulandığını rapor etmişlerdir. Zuoping ve ark., (2017) Çin’de 10 yaşındaki kivi ağaçlarına ekonomik açıdan dekara 45 kg N, 22,5 kg P₂O₅ ve 30 kg K₂O gübre dozlarını önermişlerdir.

Gübre uygulamalarının yaprakların toplam K içerikleri üzerine etkisi bütün örnekleme dönemlerinde istatistiki bakımdan önemli bulunmuş ve dönemsel olarak %2,97-3,40, %1,97-2,65 ve %1,52-1,87 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Yaprakların K içerikleri çiçeklenme döneminde optimum sınırların üzerinde iken, meyve tutumunda yeterli, vejetasyon ortasında ise düşük olarak belirlenmiştir. Smith ve ark. (1987c) kivide K

noksanlığında verimde %65 oranında azalma olduğunu, potasyumca noksan ağaçlarda bakteriyel çiçek çürüklüğü sebebiyle meyve sayısının azaldığını bildirmiş olup; özellikle vejetasyon ortasında ek K'lu gübrelemeyi önermişlerdir. Ordu ekolojik şartlarında 6-7 yaşındaki kivi bahçesine 400-500g K₂SO₄ ağaç⁻¹ (Cangi ve ark., 2003); dokuz yaşındaki kivi bitkisinde 400 g N ağaç⁻¹ ve 300 g K₂O ağaç⁻¹ (Tarakçıoğlu ve ark., 2006) gübre uygulaması ile en yüksek verim alındığını saptamışlardır.

Kivide Fe noksanlığının şiddeti arttıkça N, P ve K içeriklerinin arttığı (Tagliavini ve ark., 2000); portakalda FeSO₄ uygulamalarının yaprağın K, Fe-EDDHA uygulamalarının ise çiçeklerin K içeriğini artırdığı (Pestana ve ark., 2001) tespit edilmiştir. Akgül ve ark., (2013) topraktan uygulanan demir şelatların etkisinin farklı olduğunu ve şeftali yapraklarının K içeriğinin kontrole göre azaldığını saptamışlardır. Kivi bahçelerine yıllık olarak İtalya'da 15-30 kg K₂O da⁻¹ (Lalatta ve ark. 1990), Yunanistan'da 10-40 kg K da⁻¹ (Jastas ve Therios, 1997) gübre uygulandığı belirtilmiştir.

Yaprakların toplam Ca içeriği çiçeklenme döneminde %2,39-2,94, meyve tutumunda %2,30-2,95 ve vejetasyon ortasında ise %3,31-3,81 arasında değişmiş olup; dönemsel olarak artmıştır (Çizelge 4). Çizelge 1'de verilen optimum sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, meyve tutum döneminde bitkilerin Ca bakımından yetersiz beslendiği fakat diğer iki dönemde optimum sınırlar içerisinde yer aldığı saptanmıştır. Toprakta ve bitkide fazla miktarda Ca bulunmasının, bitkilerdeki aktif Fe miktarını olumsuz yönde etkilediği (Turan ve Horuz 2012); kiviinin Ca gereksiniminin yüksek olduğu ve alınan Ca'un yaklaşık yarısının yapraklara taşındığı belirtilmiştir (Kotze ve Villiers 1989). Kivide budama ile transpirasyonun arttığı, bunun kiviinin organlardaki Ca birikimini artırarak kalite

özelliklerini geliştirdiği (Xiloyannis ve ark., 2003); hasat öncesi yapraktan uygulanan Ca'un, meyvenin Ca kapsamı ve meyve eti sertliğini arttırdığı saptanmıştır (Koutinas ve ark., 2010; Hashmatt ve ark., 2019).

Demir Uygulamalarının Yaprakların Toplam Magnezyum, Çinko, Mangan ve Bakır İçeriklerine Etkileri

Yaprakların Mg içerikleri dönemsel olarak %0,192-0,223, %0,215-0,249 ve %0,232-0,274 arasında değişmiş olup; gübre uygulamalarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5). Kivi bitkisi yapraklarının toplam Mg içerikleri dönemsel olarak artmakla birlikte, Çizelge 1'de verilen optimum sınır değerleriyle karşılaştırıldığında, bütün dönemlerde kivi bitkisinin Mg bakımından yetersiz beslendiği saptanmıştır. Toprakta NH₄, K, Ca ve Mn'in fazla miktarda bulunması Mg alımını ve taşınımını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Güneş ve ark. 2000). Araştırmamızda yaprakların Ca ve Mn içeriklerinin sezon içerisinde artış göstermesi, temel gübreleme amacıyla kullanılan gübrenin NH₄-N azotu içermesi, bitkinin Mg alımını ve taşınımını olumsuz yönde etkilemiş olabilir, bu yüzden Mg gübreleme önerilebilir. Clark ve Smith (1987), kivide Mg noksanlığının meyve sayısını azaltarak verimi etkilediğini, Mg noksanlığına karşı meyve tutum döneminden önce 20 kg Mg da⁻¹ uygulanmasının gerekli olduğunu önermişlerdir. Kivi yapraklarının Mg içeriklerinin sezon içerisinde artış gösterdiği saptanmıştır (Batelli ve Renzi 1990; Sharma ve ark., 2005).

Uygulamaların yaprakların toplam Zn içerikleri üzerine etkileri istatistiki bakımdan önemli bulunmuş olup; çiçeklenme döneminde 45,9- 56,6 mg kg⁻¹, meyve tutum döneminde 38,3-51,3 mg kg⁻¹ ve vejetasyon ortasında ise 33,9-44,5 mg kg⁻¹, arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Gübrelemenin yaprağın toplam Mg, Zn, Mn ve Cu içeriğine etkileri

Table 5. Effect of fertilization on total Mg, Zn, Mn and Cu content of the leaf

Dönem	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası	Çiçeklenme Dönemi	Meyve Tutumu	Vejetasyon Ortası
Gübre	Magnezyum, %			Çinko, mg kg ⁻¹		
KONTROL	0,195	0,215	0,232	47,4 bc*	40,1 de	35,0 c
T-EDDHA	0,192	0,222	0,249	52,8 ab	45,6 bc	40,5 b
T-DTPA	0,207	0,215	0,238	56,1 a	43,9 bcd	39,2 b
T-HBED	0,192	0,224	0,237	56,6 a	46,3 b	40,4 b
T-FeSO ₄	0,214	0,227	0,225	52,8 ab	41,4 cde	38,7 b
Y-DTPA	0,207	0,238	0,273	54,8 a	46,1 b	39,7 b
Y-FeSO ₄	0,202	0,223	0,251	53,1 ab	40,2 de	35,2 c
Y-EDTA	0,223	0,249	0,274	55,9 a	51,3 a	44,5 a
Y-NANO	0,201	0,216	0,263	45,9 c	38,3 e	33,9 c
Ortalama	0,204	0,225	0,249	52,8	43,7	38,6
	Mangan, mg kg ⁻¹			Bakır, mg kg ⁻¹		
KONTROL	64,0 ab	70,6 ab	76,7 ab	24,4 b	23,1 bc	19,3 b
T-EDDHA	67,5 a	70,4 ab	76,6 abc	28,5 ab	25,2 abc	19,7 ab
T-DTPA	51,6 d	56,5 d	65,3 e	28,9 ab	23,8 abc	21,7 ab
T-HBED	63,7 ab	73,5 a	79,2 a	34,4 a	30,1 a	22,0 ab
T-FeSO ₄	56,8 cd	61,5 cd	66,6 de	29,8 ab	25,8 abc	20,0 ab
Y-DTPA	63,8 ab	71,1 ab	77,7 ab	30,5 ab	26,7 abc	21,8 ab
Y-FeSO ₄	54,1 cd	59,9 d	66,4 e	34,8 a	28,6 ab	23,7 a
Y-EDTA	59,4 bc	66,8 bc	72,7 bcd	25,5 b	21,3 c	19,1 b
Y-NANO	58,4 bc	60,5 d	68,9 cde	34,8 a	27,2 abc	23,5 a
Ortalama	59,9	65,6	72,2	30,2	25,8	21,2

*Aynı harflerle gösterilen veriler arasında istatistiki açıdan önemli bir fark yoktur.

Yaprakların Zn içerikleri çiçeklenme döneminden sonra azalmakla birlikte bitkinin Zn bakımından yeterli beslendiği saptanmıştır. EDTA gübresi Zn içerdiğinden bunun yaprağa uygulanmasıyla (Y-EDTA) yaprakların Zn içeriğinde artışlar oluşturmuştur. Tagliavini ve ark. (2000) kivide Fe noksanlığının şiddeti arttıkça Zn, Mn ve Cu içeriklerinin arttığını; Rajaie ve Tavakoly (2018) ise yaprağa püskürtülen asit özellikli Fe bileşiklerinin yaprakların Zn ve Cu içeriklerini önemli seviyede arttırdığını belirlemişlerdir. Torkashvand ve ark. (2016) 350 g Üre, 500 g TSP, 500 g K₂SO₄, 80 g FeSO₄'ın topraktan, %0,5 Zn-şelat, Fe-şelat ve Ca'un ise yapraktan uygulanmasının kiviinin verimini, meyve eti sertliğini, meyve pH'sını, meyve kuru madde yüzdesini arttırdığını; vejetasyon ortasında yapraktan Zn ve K uygulamasının ise verimi arttırdığını saptamışlardır.

Kivi bitkisi yapraklarının toplam Mn içerikleri üzerine uygulamaların etkisi önemli olmuş; çiçeklenme döneminde 51,6- 67,5 mg kg⁻¹, meyve tutumunda 56,5- 73,5 mg kg⁻¹ ve vejetasyon ortasında ise 65,3- 77,7 mg kg⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 5). Mangan bakımından bitkilerin çoğunlukla yeterli beslendiği ve vejetasyon periyodu içerisinde arttığı tespit edilmiştir. Loupassaki ve ark. (1997) Mn uygulamasının kivi yapraklarının Mn içeriğini arttırdığını; Hasani ve ark. (2012) Mn ve Zn'nun yapraktan uygulanması ile nar yapraklarının Fe içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Yapraklarının toplam Cu içerikleri üzerine uygulamaların etkisi önemli olmuş; dönemsel olarak 24,4-34,8 mg kg⁻¹, 21,3-28,6 mg kg⁻¹ ve 19,3-23,7 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 5). Yaprakların Cu içeriği sezon içerisinde azalmakla birlikte, optimum sınır değerlerinin biraz üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Baflar ve Zgümüfl (1999), FeSO₄ ve Fe-EDDHA uygulamalarının şeftali yapraklarının Fe içeriğini arttırdığını, yaprakların Cu, Zn ve Mn içerikleri ile Fe arasında negatif ilişki bulunduğunu belirlemişlerdir. Rajaie ve Tavakoly (2018), topraktan uygulanan Fe-EDDHA'nın yaprakların Mn, Zn, ve Cu içeriklerini arttırdığını, şelatlayıcı materyallerin ortamda uzun süre kalarak bu elementlerin yarıyışlıklarını ve bitkilerce alımını teşvik ettiğini literatürlerle ilişkilendirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Demir klorozu görülen kivi bahçesinde yürütülen bu çalışmada, yaprak ve topraktan uygulanan farklı demirli gübrelerin bitkinin toplam ve aktif Fe, klorofil içerikleri ile bazı besin maddesi içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Kivi bitkisi yapraklarının toplam Fe içeriği azalmakla birlikte; aktif Fe, aktif Fe/toplam Fe oranı ve klorofil içeriğinde farklı miktarlarda artışlar saptanmıştır. Yaprakların aktif Fe, aktif Fe/toplam Fe oranı ve klorofil içeriğindeki artışlara göre, kivide Fe klorozunu önlemek için yapraktan EDTA, FeSO₄ ve DTPA uygulamaları; topraktan ise FeSO₄, HBED ve EDDHA uygulamalarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca nano gübre uygulamasında 10 mg L⁻¹ düzeyinin 2-2,5 kat fazla uygulama yapılması ile etkili olabileceği düşünülmektedir.

Topraktan ve yapraktan yapılan demirli gübre uygulamaları ile temel gübre uygulamaları arasında istatistiki bakımdan benzerlikler söz konusu olup; yavaş salımlı, NH₄-N ve kükürt içeren iyi bir temel gübreleme

programı ile yapraktan önerilen uygulamaların etkili olabileceği kanaatine varılmıştır. Ayrıca kivi yapraklarının besin maddesi içeriklerinin genellikle optimum sınırlar içerisinde yer alması, temel gübrelemenin olumlu etkisini ortaya koymuş olup; meyve iriliği ve verimi, kalitesi ve depolanma koşulları üzerine etkili olan K ve Ca'un meyve tutum döneminden sonra yapraktan uygulanması ve noksan olan Mg'un gübreleme programı içerisine konulması önerilmektedir.

Bitki bünyesinde taşınımı sınırlı olan demirin, kivi gibi çiçeklenme döneminde hızlı gelişim gösteren bitkilerde noksanlığı görülebilmektedir. Bu dönemde yaprak boyutu küçük olduğu için uygulamada sorun yaşanması nedeniyle, kivi ağaçlarında demir klorozunu azaltmak için hasat öncesinde ve sonrasında yapraktan demir uygulaması yapılabileceği gibi, mart-nisan aylarında kurak geçen dönemlerde sulama sularına düşük oranda demir bileşiklerinin sık uygulanması, yapraktaki gibi rizosferde de Fe yayarışlılığını artırıcı uzun süreli ve daha kalıcı yeni stratejiler geliştirilmesi bakımından önem arz etmektedir.

Bilgi

Bu çalışma, Derya TÜRÜDÜ'nün "Farklı Gübrelerin Kivide Demir Klorozunun Önlenmesi ve Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi" isimli Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir. Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

Kaynaklar

- Akgül, H., Uçgun, K., & Altındal, M. (2013). Bazı şelatlı demir gübrelerinin şeftalide demir eksikliği klorozuna etkileri. *Meyve Bilimi*, 1(1), 12-17. ISSN: 2148-0036
- Baflar, H., & Zgümüfl, A. (1999). Effects of various iron fertilizers and rates on some micronutrient concentrations of peach trees. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 273-281
- Başar, H. (2000). Bursa yöresi şeftali ağaçlarında görülen sarılığa etkili etmenler üzerine bir araştırma. *Turk Journal Agricultural and Forestry*, 24, 237-245
- Başar, H., & Gürel, S. (2015). Response of Gemlik olive trees to soil and foliar treatments of iron in combination with zinc and boron. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(12): 1507-1524. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1043458>
- Battelli, G., & Renzi, G. (1990). A nutritional survey of kiwi orchards in northern Italy. *Acta Horticulturae*, 282:173-186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.282.22>
- Bonyanpor, A., Moafpourian, G., & Jamali, B. (2017). Effects of foliar and soil applied iron, manganese and zinc fertilizers on fruit quality of 'zard' olives. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 13(1):175-183
- Bruinsma, J. (1963). The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. *Photochem and Photobiol*, 2, 241-249. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1963.tb08220.x>
- Cangi, R., Tarakçıoğlu, C., & Yalçın, S.R. (2003). Potasyum sülfat ve potasyum humat gübre uygulamalarının Hayward kivi (*Actinidia deliciosa*) çeşidinde verim ve bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4):402-407
- Clark, C.J., Holland, P.T., & Smith, G.S. (1986). Chemical composition of bleeding xylem sap from kiwifruit vines. *Annals of Botany*, 58: 353-362. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087213>
- Clark, C.J., & Smith, G.S. (1987). Magnesium deficiency of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Plant and Soil*, 104(2): 281-289

- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2000). Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üniversitesi Basımevi. ISBN:975-482-516-5
- Güneş, A., İnal, A., & Söylemezoğlu G. (2013). Bitkilerde nano-Fe'in demir beslenmesi üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Ankür A.Ş.
- Gürel, S., & Başar, H. (2016). Effects of applications of boron with iron and zinc on the contents of pear trees. *Notulae Botanicae Horti Agrobotonici*, 44(1): 125-132. [https://doi: 10.15835/nbha4419896](https://doi.org/10.15835/nbha4419896)
- Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G., & Fatahi, R. (2012). Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(3): 471-480
- Hashmatt, M., Morton, A.R., Heyes, J.A., Armour, D., Lowe, T., Black, M., & Kerckhoffs, L.H.J. (2019). Effect of pre-harvest foliar calcium application on fruit quality in Gold3 kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 1253: 327-334. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1253.43>
- Horuz, A., Korkmaz, A., Akınoğlu, G., & Boz, E. (2016). Bitkilerde demir klorozunun giderilme yöntemleri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(1): 32-42
- Jastas, P., & Therios, I. (1997). Nutrient survey of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *Deliciosa Hayward*) in the district of pieria in Northern Greece. *Acta Horticulturae*, 444: 255-260. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.39>
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım. ISBN:978-605-395-036-3.
- Kacar, B. (2016). Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN:978-605-320-460-5
- Kacar, B. (2019). Sürdürülebilir tarımda mikro besin maddeleri. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN:978-605-7895-25-7
- Korkmaz, A., Gökmen Yılmaz, G., Harmankaya, M., & Gezgin, S. (2023). Reduction of lime-based iron chlorosis in apple trees. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(1): 127-134. [https://doi: http://dx.doi.org/10.29278/azd.1263559](https://doi.org/10.29278/azd.1263559)
- Kotze, W.A.G., & Villiers, J. (1989). Seasonal uptake and distribution of nutrient elements by kiwifruit vines 1. Macronutrients. *South African Journal of Plant and Soil*, 6(4): 256-264. [https://doi: 10.1080/02571862.1989.10634523](https://doi.org/10.1080/02571862.1989.10634523)
- Koutinas, N., Satiropoulos, T., Petridis, A., Almaliotis, D., Deligeorgis, E., Therios, I., & Voulgarakis, N. (2010). Effects of preharvest calcium foliar sprays on several fruit quality attributes and nutritional status of the kiwifruit cultivar Tschelididis. *HortScience*, 45(6): 984-987. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.6.984>
- Ku, Y.L., Xu, G.Y., Zhao, H., & Cao, C.L. (2018). Effects of humic acid compounded microbial fertilizer on soil improvement and fruit quality of elderly kiwifruit orchard. *Acta Agric Boreali-Sinica*, 33(3): 167-175. [https://doi: 10.7668/hbxb.2018.03.025](https://doi.org/10.7668/hbxb.2018.03.025)
- Kumar, N.C.J., Rajangam, J., Balakrishnan, K., Sampath, P.M., & Kavva, M.V. (2017). Influence of foliar application of micronutrients on tree growth and chlorophyll status of mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco.) under lower pulney hills. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(2): 1100-1104. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2730>
- Lalatta, F., Visai, C., & Failla, O. (1990). Application of leaf analysis on kiwifruit orchards in northern Italy. *Acta Horticulturae*, 282, 187-192. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.282.23>
- Lang, H.J., & Reed, D.W. (1987). Comparison of HCl extraction versus total iron analysis for iron tissue analysis. *Journal of Plant Nutrition*, 10(7): 107-116. <https://doi.org/10.1080/01904168709363610>
- Liao, Q., Ran, L., & Li, H. (2019). Effect of different proportions of formulated fertilizer on kiwifruit fertilization. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ)*, 36(6):1708-1719
- Loupassaki, M.H., Lionakis, S.M., & Androulakis, I.I. (1997). Iron deficiency in kiwi and its correction by different methods. *Acta Horticulturae*, 444, 267-272. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.41>
- Lucena, J.J. (2006). Synthetic iron chelates to correct iron deficiency in plants. In: J. Abadía & L.L. Barton (Eds.), *Iron Nutrition and Interactions in Plants*. (pp. 103-128). Springer. [https://doi: 10.1007/1-4020-4743-6_5](https://doi.org/10.1007/1-4020-4743-6_5)
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press Inc. ISBN:0-12-473-542-8
- Mengel, K., Bübl, W., & Scherer, H.W. (1984). Iron distribution in vine leaves with HCO₃⁻ induced chlorosis. *Journal of Plant Nutrition*, 7(1-5):715-724. [https://doi:10.1080/01904168409363236](https://doi.org/10.1080/01904168409363236)
- Mills, T., Boldingh, H., Blattmann, P., Green, S., & Meekings, J. (2009). Nitrogen application rate and the change in carbohydrate concentration in leaves, fruit, and canes of gold kiwifruit. *Journal of Plant Nutrition*, 32(12): 2140-2157. [https://doi:10.1080/01904160903351606](https://doi.org/10.1080/01904160903351606)
- Mirzapour, M.H., & Khoshgoftarmanesh, A.H. (2013). Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. *Journal of Plant Nutrition*, 36(1): 55-66. [https://doi:10.1080/01904167.2012.733049](https://doi.org/10.1080/01904167.2012.733049)
- Özdemir, O., & Özyazıcı, M.A. (2006). Samsun yöresinde kivi azotlu gübre ihtiyacı. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 303-309
- Özkutlu, F., Karakaya, F., & Yazıcı, G. (2011, Mayıs 09-12). Ordu ilindeki bazı kivi bahçelerinin toprak ve yaprak analizleriyle besin elementlerinin düzeyinin belirlenmesi. GAP VI. Tarım kongresi, 361-368. Şanlıurfa. ISBN: 978-97597113-29-4
- Öztürk, Y., & Tarakçıoğlu, C. (2022). Azotlu ve potasyumlu gübrelemenin kivi bitkisinde verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37(3):525-540. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1053643>
- Pestana, M., Correia, P.J., Varennes, A., Abada, J., & Faria, E.A. (2001). Effectiveness of different foliar iron applications to control iron chlorosis in orange trees grown on a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 24(4-5), 613-622. [https://doi: 10.1081/PLN-100103656](https://doi.org/10.1081/PLN-100103656)
- Rajaie, M., & Tavakoly, A.R. (2018). Iron and/or acid foliar spray versus soil application of Fe-EDDHA for prevention of iron deficiency in Valencia orange grown on a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 41(2), 150-158. [https://doi: 10.1080/01904167.2017.1382523](https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1382523)
- Rombola, A.D., Brüggemann, W., Tagliavini, M., Marangoni, B., & Moog, P.R. (2000). Iron source affects iron reduction and re-greening of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) leaves. *Journal of Plant Nutrition*, 23(11-12): 1751-1765. <https://doi.org/10.1080/01904160009382139>
- Rombola, A.D., Dallari, S., Quartieri, M., & Scudellari, D. (2002a). Effect of foliar-applied Fe sources, organic acids and sorbitol on the re-greening of kiwifruit leaves affected by lime induced iron chlorosis. *Acta Horticulturae*, 594: 349-355. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.594.43>
- Rombola, A.D., Brüggemann, W., Lopez-Milan, A.F., Tagliavini, M., Abadia, J., Marangoni, B., & Moog, P.R. (2002b). Biochemical responses to iron deficiency in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Tree Physiology*, 22(12): 869-875. [https://doi: 10.1093/treephys/22.12.869](https://doi.org/10.1093/treephys/22.12.869)
- Rombola, A.D., Toselli, M., Carpintero, J., Ammari, T., Quartieri, M., Torrent, J., & Marangoni, B. (2003). Prevention of iron-deficiency induced chlorosis in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) through soil application of synthetic vivianite in a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 26(10-11), 2031-2041. [https://doi: 10.1081/PLN-120024262](https://doi.org/10.1081/PLN-120024262)
- Rout, G.R., & Sahoo, S. (2015). Role of iron in plant growth and metabolism. *Reviews in Agricultural Science*, 3: 1-24. [https://doi: 10.7831/ras.3.1](https://doi.org/10.7831/ras.3.1)

- Sharma, N., Verma, H.S., & Sharma, S.D. (2005). Foliar sampling techniques and seasonal variation in leaf nutrient contents of kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 696: 241-247. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.696.42>
- Smith, G.S., Asher, C.J., & Clark, C.J. (1987a). Kiwifruit nutrition. Diagnosis of nutritional disorders. 2nd. Ed. Agpress Communications. <http://www.hortnet.co.nz/publications/guides/kn/kiwi.htm>
- Smith, G.S., Clark, C.J., & Hemderson, H.V. (1987b). Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit. I. Leaves. *New Phytologist*, 106(1):81-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1987.tb04793.x>
- Smith, G.S., Clark, C.J., & Buwalda, J.G. (1987c). Effect of potassium deficiency on kiwifruit. *Journal of Plant Nutrition*, 10(9-13):1939-1946. <https://doi.org/10.1080/01904168709363739>
- Smith, G.S., Buwalda, J.G., & Clark, C.J. (1988). Nutrient dynamics of a kiwifruit ecosystem. *Scientia Horticulturae*, 37: 87-109. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90153-7](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90153-7)
- Soyergin, S., Moltay, İ., & Samancı, H. (2003a). Doğu Marmara bölgesinde kivi bahçelerinin (*Actinidia deliciosa* Chev.) makro besin elementleri açısından beslenme durumu. *Anadolu*, 13(1), 107-123
- Soyergin, S., Moltay, İ., & Samancı, H. (2003b, Ekim 23-25). Doğu Marmara Bölgesi'nde kivi bahçelerinin (*Actinidia deliciosa*) mikro besin elementleri açısından beslenme durumu. Ulusal Kivi ve Üzümü Meyveler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı;161-167. Ordu
- Tagliavini, M., Scudellari, D., Marangoni, B., & Toselli, M. (1995). Acid-spray re-greening of kiwifruit leaves affected by lime-induced iron chlorosis. In: J. Abadia (Ed.). Iron nutrition in soil and plants. (pp.191-195). *Kluwer Academic Publishers*. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0503-3_27
- Tagliavini, M., Abadia, J., Rombola, A.D., Abadia, A., Tsipouridis, C., & Marangoni, B. (2000). Agronomic means for the control of iron deficiency chlorosis in deciduous fruit trees. *Journal of Plant Nutrition*, 23(11-12): 200-202. <https://doi.org/10.1080/01904160009382161>
- Tagliavini, M., & Rombola, A.D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15 (29): 71-92. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00125-3](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00125-3)
- Takkar, P.N., & Kaur, N.P. (1984). HCl method for Fe²⁺ estimation to resolve iron chlorosis in plants. *Journal of Plant Nutrition*, 7(1-5): 81-90. <https://doi.org/10.1080/01904168409363176>
- Tarakçıoğlu, C., Aşkın, T., & Cangı, R. (2006, Eylül 14-16). Organomineral gübrenin kivi bitkisinin verim ile yaprakların besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. II Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı;267-272. Tokat
- Tarakçıoğlu, C., Askin, T., Cangı, R., & Duran, C. (2007). Nutritional status in some kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) orchards: A case survey from Karadeniz Region in Turkey. *Journal of Plant Sciences*, 2(2): 187-194. <https://doi.org/10.3923/jps.2007.187.194>
- Testolin, R., & Crivello, V. (1987). İl kiwi suo Mondo. Fed. Reg. Colt. Dir. Veneto. Iripa
- Torkashvand, A.M., Rahpeik, M.E., Hashemabadi, D., & Sajjadi, S.A. (2016). Determining an appropriate fertilization planning to increase qualitative and quantitative characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.) in Astaneh Ashrafieh, Gilani Iran. *Air. Soil and Water Research*, 9: 69-76
- Turan, M., & Horuz, A. (2012). Bitki beslemenin temel ilkeleri. In M.R. Karaman (Ed). Bitki besleme. (s.123-346). *Dumat Ofset Matbaacılık*. ISBN:978-605-87103-2-0
- Vajari, M.A., Moghadam, J.F., & Eshghi, S. (2018). Influence of late season foliar application of urea, boric acid and zinc sulfate on nitrogenous compounds in the bud and flower of Hayward kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 242, 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.029>
- Velemis, D., Karagiannidis, N., Paroussis, E., Simonis, A., & Manolakis, E. (1995). Determination of desirable nutrient leaf levels for kiwifruit in Greece. *Acta Horticulturae*, 383: 385-392. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.383.41>
- Vizzotto, G., Matosevic, I., Pinton, R., Varanini, Z., & Costa, G. (1997). Iron deficiency responses in roots of kiwi. *Journal of Plant Nutrition*, 20(2-3): 327-334. <https://doi.org/10.1080/01904169709365253>
- Vizzotto, G., Pinton, R., Bomben, C., Cesco, S., Varanini, Z., & Costa, G. (1999). Iron reduction in iron-stressed plants of *Actinidia deliciosa* genotypes: Involvement of PM Fe(III)-Chelate reductase and H⁺-ATPase activity. *Journal of Plant Nutrition*, 22(3): 479-488. <https://doi.org/10.1080/01904169909365645>
- Xiloyannis, C., Celano, G., Montanaro, G., & Dichio, B. (2003). Calcium absorption and distribution in mature kiwifruit plants. *Acta Horticulturae*, 610: 331-334. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.610.43>
- Xu, W.P., Wang, L., Yang, Q., Wei, Y.H., Zhang, C.X., & Wang, S.P. (2015). Effect of calcium and boron on the quality of kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 1096: 317-320. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1096.35>
- Zuoping, Z., Min, D., Sha, Y., Zhifeng, L., Qi, W., Jing, F., & Yan'an, T. (2017). Effects of different fertilizations on fruit quality, yield and soil fertility in field-grown kiwifruit orchard. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(2): 162-171. <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/2569/pdf>