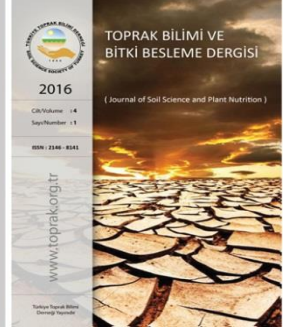




TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı sera domates çeşitlerinde verim, meyve kalitesi ve mineral beslenmesine etkisi

Züleyha Budak, İbrahim Erdal*

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta

Özet

Yapraktan kalsiyum (Ca) uygulamasının farklı domates çeşitlerinin (Daylos, Bufalo, Tybif, Şimşek, Newton ve Ty12Rz) verim, meyve kalitesi bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacı ile serada yürütülen bu çalışmada, içerisinde % 0.0 (kontrol) % 0.25 ve % 0.50 Ca bulunan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi yetiştirme periyodu boyunca çiçeklenme başlangıcında, meyve tutumu ve hasat öncesinde olmak üzere 3 defa yapraktan spreyleme şekli ile uygulanmıştır. Çalışmada meyve verim ve kalite ölçütleri olarak, meyve ağırlığı, en boy, sertlik ve suda çözünür kuru madde değerleri belirlenmiş, ayrıca uygulamaların bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacıyla yaprakta ve meyvede N, P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yapraktan Ca uygulamaları ile kontrol bitkilerine göre bitki başına düşen verim, meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlıkları artmış; meyve eti sertliği ve toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerleri ise uygulamalardan genelde etkilenmemiştir. Meyve verim değerlerinin çeşitlere göre önemli farklılıklar göstermiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek meyve ağırlığı ve verimi Bufalo ve Tybif çeşitlerinde görülürken, en düşük değerlerin Ty12Rz çeşidinde olduğu görülmüştür. Yapraktan Ca uygulamalarının bitkinin mineral beslenmesine olan etkisi çeşit özelliklerine göre farklılık göstermiştir. Uygulamaların meyve Ca içerdiğine etkisi olmazken yaprak analizlerine göre Ca uygulamasına tepki veren tek çeşidin TY12Rz olduğu görülmüş ve dolayısıyla bu çeşidin Ca'ya daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Besin elementi, domates, yapraktan Ca gübrelemesi, meyve kalitesi, verim.

Effect of foliar calcium application on yield and mineral nutrition of tomato cultivars under greenhouse condition

Abstract

Study was conducted to determine the effects of foliar Ca application on fruit yield, quality and mineral nutrition of different tomato varieties (Daylos, Bufalo, Taybif, Şimşek, Newton and Ty12Rz). As foliar application, 0.0 % (Control) 0.25% and 0.50% Ca containing $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ solutions were sprayed to the leaves in three growing periods as flowering stage, fruit set and pre-harvest. In this study, fruit yield and quality criteria such as fruit weight, width, height, firmness and total soluble solids contents were determined. In addition, N, P, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn and Mn concentrations of leaves and fruits analysis were conducted to determine the effect of applications on plant mineral nutrition. According to the results, Ca applications increased yield criteria such as yield per plant, fruit weight, fruit width and height. Fruit firmness and soluble solids contents were not affected from the applications generally. Yield and quality parameters showed variations with the varieties. According to the mean values, while the highest yield was determined from Bufalo and Tybif cultivars, the lowest was determined from the Ty12Rz variety. Foliar Ca applications on tomato mineral nutrition showed variation with the variety. While there was no effect of spraying on fruit Ca concentrations, leaf analysis showed that TY12Rz was the single variety that showed response to foliar Ca application, it was concluded that this variety was more sensitive.

Keywords: Plant nutrient, tomato, foliar Ca fertilization, fruit quality, yield.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

Bu araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi BAP tarafından desteklenen Züleyha Budak'ın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır

* Sorumlu yazar:

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta

Tel.: 0(246) 211 85 91

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: ibrahimerdal@sdu.edu.tr

Giriş

Bitki dokularındaki kalsiyumun (Ca) büyük bir bölümü, hücre duvarlarında yer alır. Pektatlar şeklinde bulunan Ca hücre duvarlarının ve bitki dokularının güçlenmesinde temel görev üstlenmiştir. Kalsiyum noksanlığında bitki dokularında biriken poligalakturonaz Ca-pektatların parçalanmalarına neden olur Bunun sonucu olarak hücre duvarları parçalanır, dokular etkilenir. Bu olgunun belirtileri özellikle yaprak ayalarında ve gövdenin üst kısımlarında görülür. Hücre duvarlarında yer alan Ca pektatlar bitki dokularını ve meyveleri mantar ve bakteri enfeksiyonlarına karşı da korurlar. Belirtilen işlevleri yanında daha birçok işlevi bulunan Ca, meyve oluşumu, gelişimi ve kalitesi üzerinde de önemli işlevler üstlenmektedir (Konno ve ark., 1984; Kacar ve Katkat, 2007).

Kalsiyum eksikliğinin yeşil aksamda da ortaya çıkan çeşitli belirtileri olmasına rağmen, öncelikle meyve kalitesine olan etkisi dikkat çekicidir. Bunlardan domates başta olmak üzere çeşitli meyvelerde de görülen, çiçek burnu çürüklüğü, öz çürümesi, çatlama, şekil bozuklukları, raf ömrünün kısalması, depolama kalitelerinin düşmesi gibi durumlar, Ca eksikliğinde karşılaştığımız beslenme sorunlarından bazılarıdır (Bergmann, 1992; Marschner, 2011).

Kalsiyum bitki bünyesine toprak çözeltisi ile temas halinde olan kök tüylerinin epidermal hücre duvarlarında Ca'u geçirebilen iyon kanalları vasıtasıyla Ca⁺⁺ formunda doğrudan alınır ve ksilem iletim demetlerine taşınır (White and Broadley, 2003). Kalsiyum, genellikle endodermis hücreleri henüz mantarlaşmamış genç kök uçları tarafından alınmakta ve iyi bir kök gelişiminin bitkinin Ca beslenmesi üzerinde önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. İyi gelişmiş bir kök ve kök ucundaki kök tüyleri, kökün absorpsiyon yüzey alanını oldukça genişletmekte olup, başta Ca olmak üzere besin elementlerinin alımında önemli kolaylıklar sağlamaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Kalsiyumun bitki tarafından alınması ve taşınması üzerinde su son derece önemli bir faktördür. Kalsiyumun kök etki alanına taşınımındaki ana mekanizma olan kitle akışı, ancak suyun olduğu koşullarda gerçekleşmektedir. Aynı zamanda, kök tarafından alınmış olan Ca'nın taşınmasında da su en temel etkidir. Dolayısıyla su hareketinin olmadığı koşullarda bitkilerin Ca eksikliği göstermesi kaçınılmaz bir durumdur. Bitkideki su hareketi transpirasyonla yakından ilgilidir. Transpirasyon oranının düştüğü koşullarda toprakta yeterli Ca olsa bile bitkiler bundan yararlanamamakta ve Ca eksikliği belirtileri ortaya çıkmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007).

Meyvelerin mineral beslenmelerinin büyük oranda floem yoluyla olması nedeniyle, floemde hareketsiz olan Ca gibi elementlerin meyvelere aktarılması oldukça zordur. Bu duruma birde ksilem hareketini engelleyen koşulların varlığı da eklenecek olduğunda, bu durumdan en fazla etkilenen organın meyveler olması kaçınılmazdır. Bu durum, doğal transpirasyonun büyük oranda engellendiği bir ortam olan seralarda daha da önemli bir hal almaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi, topraktan Ca alımını olumsuz engelleyen çeşitli faktörlerin varlığı durumlarında bitkilerin beslenme sorunlarını giderebilmek amacıyla yapılan yapraktan Ca uygulaması, sıklıkla başvurulan yöntemlerinden birisi olmuştur (İrget ve ark., 1999; Johnson ve Dover, 2002; Papadopoulos, 2003; Kadir, 2004; Rab ve Haq, 2012; Köksal ve Erdal, 2013). Bu çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen domates çeşitlerine yapraktan Ca uygulamasının etkilerini incelemek ve çeşitlerin uygulamaya karşı göstermiş olduğu farklılıkları ortaya koymak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme, 2014 yılı Şubat-Haziran ayları arasında Antalya'nın Aksu ilçesinde üretici serasında, 6 domates çeşidi (Şimşek, Bufalo, Daylos, Tybif, Ty12Rz ve Newton) kullanılarak yapılmıştır. Üretim kısa dönem yetiştiriciliği şeklinde yürütülmüş olup 6. salkımda kesilmiştir. Araştırma, 3 doz ve 3 tekrarla birlikte 54 parselden oluşmuştur. Her tekrarda 10 bitkinin bulunduğu denemede toplamda 540 bitki kullanılmış olup dekarda 2750 bitki bulunmaktadır. Denemenin yapıldığı plastik örtülü sera oluk yüksekliği 3 metre olan 10 blokta (toplam 4 da) oluşmaktadır. Her blokta ayrı-ayrı havalandırma sistemi olup kenarı hastalık ve her türlü dış etkiden zarar görmemesi için ince net ile çevrilmiştir. Sulama ve gübreleme damla sulama sistemiyle yapılmıştır. Sulama, 3-4 gün aralıklarla bitkiye dayalı gözlemlere göre yapılmış ve bir sulama süresince bitkilere yaklaşık 20 dk/parsel su verilmiştir. Sera içerisinde olası ani soğukları önlemek amacıyla gerektiğinde soba ile ısıtma yapılmıştır. Serada yürütülen diğer kültürel uygulamalar (budama, hastalık ve zararlı kontrolü, hasad vs.) üreticinin rutin olarak yaptığı şekilde, üretici tarafından yapılmıştır.

Deneme alanı toprağı killi-tın bünyeli, organik madde içeriğı az (%1.8), fazla kireçli (%18.4), hafif alkali karakterli (pH: 8.0) ve hafif tuzludur (2.3 dS/m). [Alpaslan ve ark. \(1998\)](#)'a göre toprağın elverişli besin elementlerinden P (13.1 ppm), Mg (386 ppm), Cu (0.98 ppm), Zn (1.42 ppm) ve Fe (2.92 ppm) yeter seviyede, Mn (11.1 ppm) az, Ca (7022 ppm) fazla, K (1189 ppm) ise çok fazladır.

Denemede, kalsiyum kaynağı olarak kalsiyum klorür ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kullanılmış olup uygulama dozları: % 0.00 Ca (kontrol); % 0.25 Ca ve % 0.50 Ca'dan oluşturulmuştur. Her ne kadar kalsiyum nitrat yaygın olarak kullanılan bir kaynak olmakla birlikte, bu kaynaktan gelecek N'nin denemeyi etkilememesi amacıyla Ca kaynağı olarak kalsiyum nitrat kullanılmamıştır. Kalsiyum uygulamaları yanında, temel gübreleme amacıyla yöre üreticilerinin deneyimlerine göre ayarlanmış fertigasyon tekniğıyle fide dikiminden çiçeklenme dönemine kadar dekara 1:1:1 oranında, çiçeklenme döneminden meyve oluşumuna kadar 2:2:1 oranında, meyve olgunlaşma döneminden hasat bitimine kadar ise 1:1:2 oranında toplamda dekara 30, 20 ve 45 kg N, P ve K uygulanmıştır. Ayrıca % 0.2 B, % 0.5 Cu, % 6 Fe, % 6 Mn, % 0.2 Mo, % 6 Zn içeren gübreden dekara 0.5 kg olacak şekilde 5 defa 7 gün aralıkla mikro element gübrelemesi yapılmıştır. İlk yaprak gübrelemesi çiçeklenme başlangıcında (Nisan) yapılmış olup, meyve tutumu ve hasat öncesinde ise (Mayıs) ikinci ve üçüncü uygulamalar yapılmıştır. Kontrol grubu bitkilere ise diğerlerine uygulanan miktar kadar çeşme suyu püskürtülmüştür.

Yapraktan Ca uygulamasının bitkinin mineral beslenmesine etkisini belirlemek amacıyla, son uygulamadan 15 gün sonra büyüme ucuna yakın (üstten 4-5. yaprak) tam gelişmiş olgun ve sağlıklı yapraklardan bitkiyi homojen şekilde temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır ([Jones ve ark., 1991](#)). Alınan bu örnekler çeşme suyu, 0.2 N HCl ve saf su ile yıkandıktan sonra 65 ± 1 C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve öğütülmüştür. Yaprak örnekleri mikrodalga yakma ünitesinde yaş yakma yöntemiyle yakılmış ve elde edilen çözelti 50 ml'lik ölçü balonlarına aktarılarak ultra saf su ile derecelerine tamamlanmıştır ([Kacar ve İnal, 2008](#)). Uygulamaların meyvenin besin elementi içeriklerine etkilerini belirlemek amacıyla 3. ve 4. salkımlardan alınan olgun domates meyveleri laboratuara getirilerek yıkanıp temizlenmiştir. Meyve örneklerini kurutmak amacıyla cam petri kablalarına dilimlenmiş olarak konulmuş ve 65 ± 1 C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiştir. Kurutulmuş meyve örnekleri, yaprak analizlerinde olduğu gibi analizlere hazır hale getirilmiştir. Analizlere hazır hale getirilen örneklerin K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Varian AA240FS) kullanılarak, N analizi modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile P analizi ise Vanadamolibdat sarı renk yöntemine göre spektrofotometre yardımıyla belirlenmiştir ([Kacar ve İnal, 2008](#)).

Meyve kalite analizlerinden en ve boy ölçümleri kumpas yardımıyla yapılırken, sertlik ölçümü için 7.94 mm çaplı uca sahip el penetrometresi (Mod FT-327, Gullimex) kullanılmıştır. Suda çözünür kuru madde içerikleri (SKÇM) refraktometre yardımıyla ([Hortwirth, 1960](#)), meyve ağırlık ve toplam verim değerleri ise hassas teraziler kullanılarak belirlenmiştir. Her bir değer belirlenmesinde 20 adet meyve kullanılmış ve ortalamaları alınmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmış ve ölçülen parametrelerden elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi tekniğı ile analiz edilmiştir. Grup ortalamaları arasında farkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Her çeşit ve her doz kendi içerisinde ayrı-ayrı değerlendirilmiştir.

Bulgular

Uygulamaların verim değerleri üzerine etkileri

Domatesin meyve ağırlığı ve bitki başına elde edilen verim değerleri çeşit ve doz ana faktörlerine göre farklılıklar göstermiştir. Ortalama meyve ağırlıkları % 0.25 ve % 0.50 Ca dozlarında kontrole göre % 29 ve % 0.44 oranlarında, bitki başına elde edilen verim ise yaklaşık olarak % 6 ve % 14 oranlarında artış göstermiştir. Domates çeşitlerinin meyve ağırlığı ve verimleri, doz artışlarına bağlı olarak doğrusal bir artış göstermiş olup, en yüksek meyve ağırlıkları ve verimleri genellikle (Ty12Rz hariç) % 0.50'lik Ca uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 1). Meyve ağırlıkları bakımından Tybif ve Bufalo çeşitleri; verim bakımından ise Tybif çeşidinin bütün uygulama dozlarında en yüksek değerlere sahip olduğu, buna karşılık Ty12Rz çeşidinin ise en düşük verimli çeşit olduğu görülmüştür. Bütün çeşitler için en düşük ağırlık ve verim değerleri kontrol koşullarında elde edilmiş olup, Ca uygulamalarına bağlı olarak belirlenen ağırlık artış oranları kontrole göre Şimşek, Bufalo, Daylos, Tybif, Ty12Rz ve Newton çeşitlerinde sırasıyla % 30, % 61, % 20, % 56, % 104 ve % 31 olarak hesaplanmıştır. Ortalama ağırlık artış oranı ise yaklaşık % 50'dir.

Çizelge 1. Yapraktan Ca uygulamasının domatesin meyve ağırlığı ve verimine etkisi

Ca dozu (%)	Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort. (Doz)
	Meyve ağırlığı (g/meyve)						
Kontrol	127 BC*b**	213 Ac	172 ABb	202 Ab	102 Cc	135 BCb	159
0.25	143 Dab	273 Ab	199 BCab	242 ABb	208 BCa	163 CDab	205
0.50	165 Ba	343 Aa	207 Ba	316 Aa	164 Bb	177 Ba	229
Ort. (Çeşit)	178	276	193	253	158	158	
	Verim (g/bitki)						
Kontrol	2783 E*c**	4162 Bc	3755 Cb	4265 Ac	2650 Fc	3075 Dc	3448
0.25	3048 Eb	4275 Bb	4181 Ca	4334 Ab	2918 Fb	3152 Db	3651
0.50	3646 Ca	4450 Ba	3380 Dc	4790 Aa	3003 Fa	3202 Ea	3745
Ort. (Çeşit)	3159	4296	3772	4463	2857	3143	
	Verim (ton/da)						
Kontrol	7.65 Ec	11.45 Bc	10.33 Cb	11.73Ac	7.29 Fc	8.46 Dc	9.49
0.25	8.38 Eb	11.76 Bb	11.50 Ca	11.92 Ab	8.02 Fb	8.67 Db	10.04
0.50	10.03 Ca	12.24 Ba	9.30 Dc	13.17 Aa	8.26 Fa	8.81 Ea	10.30
Ort. (Çeşit)	8.69	11.81	10.37	12.27	7.86	8.64	

*Büyük harfler çeşitler, **küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Meyve verim değerleri genellikle meyve ağırlıklarına paralel artışlar göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak elde edilen en fazla verim artış değeri Şimşek çeşidinde belirlenmiş olup, kontrol koşullarında 2783 g olan bitki başına verim değeri, % 0.25 doz uygulamasında % 10, % 0.50 doz uygulamasında % 31 oranında bir artış göstermiştir (Çizelge 1). Bufalo, Daylos, Tybif, Ty12Rz ve Newton çeşitlerinde uygulamaların verim üzerine önemli etkileri olmuş ve bu çeşitlerdeki elde edilen verim artışları kontrole oranla sırasıyla yaklaşık olarak % 7, 11, 12, 13 ve 4 olmuştur.

Bitki başına verim değerleri ve dekara bitki sayısından yola çıkılarak yapılan hesaplamalara göre, dekara verim değerlerinin doğal olarak bitki başına elde edilen verim değerleriyle örtüştüğü görülmüştür. Yapraktan Ca uygulamaları ve çeşit farklılıkları dekara verimi istatistiksel anlamda etkilemiştir. Daylos hariç diğer çeşitler için en düşük meyve verimi kontrol koşullarında elde edilirken Ca uygulamalarıyla elde edilen verim değerlerinde doğrusal bir artış gözlemlenmiş ve en yüksek meyve verimleri % 0.5 Ca dozunda elde edilmiştir. Ortalama değerlere göre kontrol koşullarında 9.49 ton olan dekara verim değeri, % 0.50 Ca dozunda 10.30 ton/da olarak hesaplanmıştır. Dekara verim değerleri üzerine çeşit farklılığının net bir etkisi görülmüş olup her koşulda en düşük verim Ty12Rz çeşidinde elde edilirken (ortalama 7.86 ton/da), en yüksek verim Tybif çeşidinden (ortalama 12.27 ton/da) elde edilmiştir (Çizelge 1). En fazla verim artışı Şimşek çeşidinde belirlenmiştir.

Uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkileri

Meyvenin en ve boy değerleri üzerine Ca uygulamalarının ve çeşit farklılığının ana etkisi önemli olmuştur (Çizelge 2). En düşük ortalama meyve eni (6.68 cm) kontrol koşullarında görülürken, % 0.25 ve % 0.50 dozlarında % 7 ve % 18'lik artışlar göstermiştir. Düşük Ca dozundan elde edilen artış oranı kontrole göre önemli olmamıştır. Benzer durum meyve boy değerlerinde de görülmüş olup, kontrol koşullarında en düşük olan meyve boyu, yüksek Ca dozunda yaklaşık % 7'lik artış göstermiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek meyve eninin Tybif çeşidinde olduğu görülürken en yüksek meyve boyunun Bufalo çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Şimşek çeşidinin ise her iki özellik içinde en düşük değere sahip olduğu görülmüştür.

Kalsiyum uygulamalarının her bir çeşit üzerine olan etkileri ayrı ayrı incelendiğinde, uygulamalardan etkilenen tek çeşidin Newton olduğu, diğerlerinin ise uygulamalardan etkilenmediği görülmüştür. Newton çeşidinde ölçülen meyve SÇKM içeriği, Ca'nın yüksek dozunda düşmüş, diğer iki dozda ise aynı kalmıştır. Çeşit farklılığının meyvenin SÇKM değerlerine etkisi hemen her uygulama dozunda görülmüş olup, genellikle Bufalo çeşidinin meyve SÇKM değerleri diğerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Meyve eti sertliğine uygulamaların bir etkisi olmazken, çeşitler arası farklılık önemli bulunmuştur. En düşük meyve eti sertliği Şimşek çeşidinde ölçülürken, en yüksek değer Daylos çeşidinde ölçülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 2. Yapraktan Ca uygulamasının domatesin meyve eni ve boyuna etkisi

Ca dozu (%)	Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort.(Doz)
En (cm)							
Kontrol	6.33	7.59	6.76	7.43	5.72	6.27	6.68 b**
0.25	6.40	7.04	7.14	8.03	7.41	7.06	7.18 b
0.50	7.00	9.43	7.63	9.31	7.05	6.82	7.87 a
Ort. (Çeşit)	6.58C*	8.02AB	7.17BC	8.25A	6.71C	6.72C	
Boy (cm)							
Kontrol	5.32	6.20	6.19	5.86	5.07	5.37	5.67 b
0.25	5.61	6.00	6.12	6.17	5.83	5.33	5.84 ab
0.50	5.61	6.60	6.02	6.20	5.76	6.08	6.05 a
Ort. (Çeşit)	5.51 D	6.27 A	6.11 AB	6.07 BC	5.55 CD	5.59 BCD	

*Büyük harfler çeşitler, **küçük harfler ise doz ortalamaları arasındaki farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Çizelge 3. Yapraktan Ca uygulamasının domates meyvesinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı ve meyve eti sertliğine etkisi

Ca dozu (%)	Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort. (Doz)
SÇKM (%)							
Kontrol	3.26 A*a**	2.16 Ba	2.76 ABa	2.66 ABa	3.06 Aa	3.13 Aa	2.82
0.25	3.23 Aa	2.40 Ba	3.00 ABa	3.00 ABa	3.46 Aa	3.10 Aa	3.03
0.50	2.96 ABa	2.40 BCa	2.66 BCa	2.90 ABa	3.43 Aa	2.03 Cb	2.73
Ort.(Çeşit)	3.12	2.32	2.81	2.85	3.32	2.76	
Meyve eti sertliği (Lb)							
Kontrol	2.38	1.34	3.85	3.51	2.92	3.11	2.85
0.25	1.88	2.96	4.93	4.08	3.40	2.71	3.33
0.50	1.59	2.21	3.88	2.96	3.61	3.08	2.88
Ort.(Çeşit)	1.95 D	2.17 CD	4.22 A	3.52 AB	3.31 ABC	2.97 BCD	

*Büyük harfler çeşitler, **küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Uygulamaların domatesin Ca beslenmesine etkisi

Yapraktan Ca uygulaması sadece Ty12Rz çeşidi üzerinde etkili olurken, diğer çeşitlerin yaprak Ca içeriklerinin değişmediği belirlenmiştir. Ty12Rz çeşidinde kontrol ve düşük doz uygulamalarının Ca konsantrasyonu üzerine etkileri benzer olup, yüksek doz uygulamasında yaprak Ca içeriği bu iki doza göre artmıştır. Çeşitlerin her bir uygulama dozunda belirlenen yaprak Ca içerikleri farklılık göstermiştir. Genel olarak bakıldığında, Şimşek ve Bufalo çeşitlerinin Ca konsantrasyonu diğerlerine göre daha yüksek, Ty12Rz ve Tybif çeşitlerinin ise daha düşük bulunmuştur.

Çeşitlerin meyve Ca konsantrasyonları üzerine yaprakdan Ca uygulamalarının bir etkisi olmamıştır. Ortalama değerlere bakıldığında çeşit farklılığının meyve Ca konsantrasyonunu önemli derecede etkilediği görülürken, Newton ve Şimşek çeşitlerinin meyve Ca konsantrasyonlarının diğerlerine göre daha düşük olduğu, diğer çeşitlerin meyve Ca konsantrasyonlarının ise benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Uygulamaların domatesin N, P, K ve Mg beslenmesine etkisi

Yapraktan farklı dozlarda uygulanan Ca'nın domates çeşitlerinin N konsantrasyonları üzerine bir etkisi olmamış, buna karşılık, çeşit farklılığı domates bitkisinin N konsantrasyonlarını önemli derecede etkilemiştir. Uygulamalardan alınan ortalama değerlere göre, yaprak N konsantrasyonları bakımından çeşitler iki istatistiksel gurup altında toplanmıştır. Ty12Rz çeşidi, % 4.17 ile en yüksek N konsantrasyonuna sahip iken, diğer 4 çeşitte belirlenen N konsantrasyonları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Çeşitlerin Ca uygulamalarına olan tepkilerinin incelendiği istatistiksel değerlendirme sonunda, 4 çeşidin (Şimşek, Daylos, Bufalo, Tybif ve Ty12Rz) meyve N konsantrasyonları Ca dozlarından etkilenmezken Newton çeşidinin meyve N konsantrasyonları % 0.50'lik Ca uygulamasından olumlu etkilenmiştir (Çizelge 5). Doz artışına bağlı olarak meyve N içerikleri çeşitlere göre farklılıklar göstermiş, çeşit farklılığı her dozda olduğu gibi ortalama değerlerde de belirgin bir şekilde görülmüştür.

Çizelge 4. Yapraftan Ca uygulamasının domates çeşitlerinin yaprak ve meyve Ca konsantrasyonuna etkisi

Ca dozu (%)		Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort. (Doz)
		Ca (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	2.32 AB*a**	2.59 Aa	1.94 BCa	1.76 BCa	1.36 Cb	1.93 BCa	1.98
		2.37 Aa	2.31 Aa	2.06 ABa	1.52 BCa	1.30 Cb	1.89 ABa	1.90
		2.14 ABa	2.17 Aa	2.07 ABa	1.57 Ba	1.95 ABa	1.94 ABa	1.97
Ort. (Çeşit)		2.28	2.36	2.02	1.62	1.54	1.92	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	0.50	0.58	0.60	0.66	0.66	0.47	0.58
		0.56	0.66	0.65	0.66	0.51	0.54	0.59
		0.58	0.61	0.64	0.62	0.68	0.44	0.60
Ort. (Çeşit)		0.55 B*	0.62 A	0.60 A	0.65 A	0.62 A	0.48 B	

*Büyük harfler çeşitler, **küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Çizelge 5. Yapraftan Ca uygulamasının domates çeşitlerinin yaprak ve meyve N, P, K, ve Mg konsantrasyonuna etkisi

Ca dozu (%)		Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort.(Doz)
		N (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	3.00	2.39	2.90	3.40	4.32	3.02	3.17
		2.93	3.69	3.19	3.58	3.99	3.08	3.41
		2.94	3.38	2.87	3.54	4.19	2.81	3.28
Ort.(Çeşit)		2.96 B*	3.16 B	2.99 B	3.51 B	4.17 A	2.97 B	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	3.00 ABa**	3.11 ABa	3.84 Aa	2.80 BCa	2.04 Ca	2.60 BCb	2.89
		3.47 Aa	2.70 ABCa	3.38 ABa	2.60 BCa	1.98 Ca	2.80 ABCb	2.82
		3.21Aa	2.80 ABa	3.43 Aa	2.36 Ba	2.12 Ba	3.55 Aa	2.91
Ort.(Çeşit)		3.24	2.87	3.55	2.59	2.05	2.98	
		P (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	0.24 Ba	0.44 ABa	0.45 ABa	0.47 ABa	0.49 Ab	0.51 Aa	0.43
		0.41 BCa	0.40 BCa	0.46 ABCa	0.53 ABa	0.69 Aa	0.26 Cb	0.46
		0.39 ABa	0.44 ABa	0.49 ABa	0.43 ABa	0.61 Aab	0.30 Bb	0.44
Ort.(Çeşit)		0.35	0.43	0.47	0.48	0.56	0.36	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	0.81 Aa	0.54 CDa	0.73 ABa	0.63 BCa	0.53 CDa	0.48 Db	0.62
		0.70 Aab	0.62 ABa	0.75 Aa	0.54 Ba	0.50 Ba	0.50 Bab	0.60
		0.60 ABb	0.61 Ba	0.80 Aa	0.55 BCa	0.44 Ca	0.67 Ba	0.62
Ort.(Çeşit)		0.70	0.59	0.76	0.57	0.49	0.55	
		K (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	2.14 BCab	2.46 ABa	2.40 ABa	2.32 ABa	3.07 Aa	1.44 Ca	2.31
		2.57 Aa	3.00 Aa	2.37 Aa	2.55 Aa	2.72 Aab	1.39 Ba	2.43
		1.88 BCb	3.09 Aa	2.70 Aa	2.82 Aa	2.37 ABb	1.34 Ca	2.37
Ort.(Çeşit)		2.20	2.85	2.49	2.56	2.72	1.39	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	4.35	3.56	3.90	2.83	3.70	3.64	3.66
		4.25	3.68	4.20	4.59	3.06	4.25	4.00
		4.47	3.11	3.37	4.46	2.77	3.22	3.57
Ort.(Çeşit)		4.36 A	3.45 AB	3.82 AB	3.96 AB	3.18 B	3.71 AB	
		Mg (%)						
Kontrol 0.25 0.50	Yaprak	0.47	0.54	0.51	0.63	0.41	0.31	0.48
		0.48	0.48	0.41	0.59	0.34	0.31	0.44
		0.35	0.60	0.40	0.65	0.49	0.28	0.46
Ort.(Çeşit)		0.43BC	0.54AB	0.44BC	0.62A	0.42C	0.30D	
Kontrol 0.25 0.50	Meyve	0.70ABCa	0.62Ca	0.67ABCa	0.73ABa	0.63BCa	0.74Aa	0.68
		0.63Aa	0.53ABb	0.42Cb	0.52BCc	0.45BCb	0.45BCb	0.50
		0.43BCb	0.54ABb	0.44BCb	0.62Ab	0.42Cb	0.30Dc	0.46
Ort.(Çeşit)		0.59	0.56	0.51	0.62	0.50	0.50	

*Büyük harfler çeşitler, **küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Domates çeşitlerinin ortalama yaprak P konsantrasyonu % 0.35 (Şimşek) - % 0.56 (Ty12Rz) arasında, meyve P konsantrasyonları ise % 0.49 (Ty12Rz) - % 0.76 (Daylos) arasında değişim göstermektedir. Doz ana faktöründen ise önemli bir etkilenmenin olmadığı ve ortalama P konsantrasyonlarını % 0.60 - % 0.62 aralığında farklılaştığı belirlenmiştir. Domates çeşitlerinin yaprak ve meyve P konsantrasyonları üzerine doz×çeşit interaksyonunun etkisi önemli olmuştur. Ty12Rz ve Newton çeşitlerinin yaprak P konsantrasyonları uygulamalardan etkilenmiş; Ty12Rz çeşidinde yaprak P konsantrasyonu artarken Newton çeşidinde azalmıştır. Diğer çeşitlerin yaprak P konsantrasyonları uygulamalardan etkilenmemiştir. Meyve P konsantrasyonlarının da doz×çeşit interaksyonundan etkilendiği görülmüştür. Şimşek çeşidinin meyve P konsantrasyonu Ca uygulamalarıyla azalırken, Newton çeşidinde artmıştır. Diğer çeşitlerin meyve P konsantrasyonlarında da dozlara bağlı artışlar yada azalışlar olsa da bu değişimler istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Yapraktan Ca uygulamalarının yaprağın K konsantrasyonuna etkisi çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Buffalo, Daylos, Tybif ve Newton çeşitlerinin yaprak K konsantrasyonlarının uygulamalardan istatistiksel olarak etkilenmediği görülürken, Ty12Rz çeşidinde doz arttıkça azalma olmuştur. Şimşek çeşidinin yaprak K konsantrasyonu ise düşük dozda artarken, yüksek dozda azalmıştır. Çeşit farklılığının meyvenin K konsantrasyonları üzerine önemli etkisinin olduğu çalışmada, en yüksek değere Şimşek, en düşük değere ise Ty12Rz çeşidinde rastlanmıştır (Çizelge 5). Domatesin yaprak Mg konsantrasyonu çeşit faktöründen önemli derecede etkilenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yaprak Mg konsantrasyonları % 0.30 ile % 0.62 arasında değişiklik göstermiştir. Çeşitlerin meyve Mg konsantrasyonları Ca uygulamalarından olumsuz etkilenmiş ve elde edilen değerler uygulanan Ca dozu arttıkça azalmıştır. Bütün çeşitler için en yüksek meyve Mg konsantrasyonu kontrol koşullarında ölçülürken, genellikle yüksek Ca dozunda en düşük Mg değeri belirlenmiştir (Çizelge 5).

Uygulamaların domatesin Fe, Zn, Cu, ve Mn beslenmesine etkisi

Domates yaprak ve meyvesinin Fe ve Zn konsantrasyonları üzerine çeşit×doz interaksyonu etkili olmuştur. Daylos çeşidinin yaprak Fe konsantrasyonu Ca uygulamalarından etkilenmezken, Şimşek ve Newton çeşidinde yaprak Fe içeriği Ca'nın yüksek dozundan olumsuz etkilenmiştir. İki çeşitte (Buffalo ve Newton) düşük Ca dozu bitkinin Fe beslenmesini olumlu etkilerken, iki çeşitte de (Tybif ve Ty12Rz) yüksek Ca dozunda Fe artışı devam etmiştir. Yapraktan Ca uygulamalarıyla, meyve Fe konsantrasyonları iki çeşitte değişmezken (Şimşek, Buffalo) 4 çeşitte (Daylos, Taybiy, Ty12Rz, Newton) artmıştır (Çizelge 6). Şimşek çeşidinde yaprak Fe konsantrasyonu uygulamalara bağlı olarak azalırken, Ty12Rz çeşidinde artmıştır. Dozlara bağlı yaprak Zn konsantrasyonlarındaki değişim çeşitlere göre farklılıklar göstermiştir. Şimşek, Tybif ve Ty12Rz çeşitlerindeki meyve Zn konsantrasyonları Ca uygulamalarından etkilenmemiştir. Buna karşılık, Buffalo ve Newton çeşitlerinde artışlar elde edilirken, Daylos çeşidinde meyve Zn konsantrasyonu gerilemiştir. Yaprak ve meyve Cu konsantrasyonları üzerine sadece çeşit faktörünün etki yaptığı ve çeşitlere bağlı Cu konsantrasyonlarının değiştiği belirlenmiştir. Yaprak Mn konsantrasyonu üzerine doz×çeşit interaksyonu etkili bulunurken, meyve Mn konsantrasyonu üzerine faktörlerin etkisi olmamıştır. Newton çeşidinde uygulamalar arası fark bulunmazken, Ty12Rz çeşidinde doza bağlı artış görülmüştür. Şimşek ve Daylos çeşitlerinde ise uygulamaların etkisi olumsuz olurken, diğer çeşitlerde düşük dozda artış, yüksek dozda azalmalar kaydedilmiştir.

Tartışma

Domatesin bitki başına ve dekara meyve verimi bütün çeşitlerde yapraktan Ca uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. Elde edilen bu artış değerleri üzerine bitkinin diğer kalite ölçütleri olan en, boy ve birim meyve ağırlıklarının etkili olduğu görülmektedir. Yapılan ölçümler sonunda da uygulamaların yukarıda belirtilen kriterlere etkisi açık bir şekilde görülmekte olup, gerek çeşit bazında gerekse ortalamalara göre Ca uygulamaları belirtilen kalite kriterlerini önemli oranda artırmıştır. Rab ve Hag (2012) tarafından yapılan bir araştırmada yapraktan CaCl₂ uygulamasının domatesin bitki boyu, meyve ağırlığı ve bitki başına meyve verimini artırdığını belirlemişlerdir. Yapılan araştırmalarda Ca'nın hücre duvarı ve hücre membranlarının yapısında rol alan önemli bir besin elementi olduğu bu nedenle meyve gelişimi ile kalitesinde önemli rol oynadığı ifade edilmekte (Kadir, 2004) ve dolayısıyla topraktan beslemenin etkili olmadığı durumlarda yapraktan Ca uygulamasının bu parametreler üzerinde olumlu etkisinin olacağı belirtilmektedir (Del-Amor ve Marcelis 2003; Kadir, 2004). Yapılan değişik araştırmalarda da Ca'un topraktan veya yapraktan uygulamalarının domates meyvesinin verim ve kalitesinin artırdığına yönelik sonuçlar bulunmaktadır (Simon, 1978; Dodds ve ark., 1997; Papadopoulos, 2003; Hao ve Papadopoulos 2004; Yang ve ark., 2012). Elde edilen verilere göre çeşit farklılığının meyvenin verim değerlerini önemli derecede etkilediği ve genelde

birim meyve ağırlığı fazla olan çeşitlerin verim değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Bufalo çeşidinde ise durum biraz farklı bulunmuştur. Bu çeşitte, en fazla meyve ağırlığı ölçülürken verimde Tybif çeşidinden sonra ikinci sırada yer almıştır. Bu durum, Bufalo çeşidindeki bitkideki meyve sayısının Tybif'e göre daha az olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6. Yapraktan Ca uygulamasının domates çeşitlerinin yaprak ve meyve Fe, Zn, Cu, ve Mn konsantrasyonuna etkisi

Ca dozu (%)		Şimşek	Bufalo	Daylos	Tybif	Ty12Rz	Newton	Ort.(Doz)
		Fe (ppm)						
Kontrol	Yaprak	79 B*a**	67 Cb	67 Ca	73 BCb	70 BCb	88 Aab	74
0.25		80 BCa	82 Ba	71 Ca	80 BCb	76 BCb	91 Aa	82
0.50		72 Bb	68 Bb	74 Ba	87 Aa	85 Aa	84 Ab	78
Ort.(Çeşit)		80	72	71	80	77	88	
Kontrol	Meyve	73 Ba	64 ABa	76 Ab	65 ABb	58 Bc	74 Ac	68
0.25		76 Ba	61 Ca	76 Bb	76 BCab	94 Ab	87 ABb	78
0.50		78 CDa	69 Da	104 Ba	84 Ca	73 CDa	119 Aa	88
Ort.(Çeşit)		76	65	85	75	75	93	
		Zn (ppm)						
Kontrol	Yaprak	19 ABa	16 ABCa	15 ABCa	15 BCa	14 Cb	19 Aa	16
0.25		18 ABa	18 ABa	18 ABa	14 Ba	20 Aa	16 Ba	17
0.50		13 Bb	17 Ba	15 Ba	16 Ba	22 Aa	17 Ba	17
Ort.(Çeşit)		17	17	16	15	19	17	
Kontrol	Meyve	34 ABa	29 Cb	39 Aa	29 BCa	23 Da	27 CDb	30
0.25		35 ABa	27 CDb	38 Aa	26 CDa	23 Da	30 BCab	30
0.50		38 Aa	33 Ba	34 ABb	27 Ca	20 D*a	32 Ba	31
Ort.(Çeşit)		36	30	37	27	22	30	
		Cu (ppm)						
Kontrol	Yaprak	4.5	5.5	5.5	5.8	7.5	7.0	6.0
0.25		4.8	5.4	6.2	6.0	8.3	7.5	6.4
0.50		4.9	6.0	5.8	6.0	8.5	7.8	6.5
Ort.(Çeşit)		4.8 C	5.6 BC	5.8 B	5.9 B	8.1 A	7.5 A	
Kontrol	Meyve	12	11	14	12	8	10	11
0.25		13	12	14	11	8	12	12
0.50		13	11	14	9	7	13	11
Ort.(Çeşit)		12 A	11 A	14 A	11 AB	7 B	11 A	
		Mn (ppm)						
Kontrol	Yaprak	242 Aa	189 Bb	152 Ca	153 Cb	96 Ec	129 Da	160
0.25		152 Cb	230 Aa	131 Cb	202 Ba	133 Cb	132 Ca	163
0.50		144 BCb	186 Ab	87 Ec	115 Dc	155 Ba	123 CDa	135
Ort.(Çeşit)		179	202	123	157	81	128	
Kontrol	Meyve	21.0	20.5	23.0	19.6	18.3	16.2	19.8
0.25		20.5	19.3	23.3	18.7	24.0	19.9	21.0
0.50		18.7	18.2	21.7	21.3	25.1	19.5	20.8
Ort.(Çeşit)		20.0	19.3	22.7	19.9	22.5	18.5	

*Büyük harfler çeşitler, **küçük harfler ise dozlar arası farklılığı göstermektedir. Aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Kalsiyum uygulamaları 5 domates çeşidinin (Daylos, Bufalo, Tybif, Şimşek, ve Ty12Rz) SÇKM değerlerini istatistiksel anlamda etkilemezken 1 çeşitte (Newton) azaltmıştır. Benzer sonuçlar daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda da belirtilmiş ve Ca uygulamalarının meyvenin tek tane ağırlığını, verimini, meyve sertliğini ve C vitamini içeriğini artırırken organik asit ve SÇKM içerikleri azalttığı ifade edilmiştir (Yang, 1994; Dong ve ark., 2004; Dong ve ark., 2005; Xia ve Yang, 2005). Bu durum, meyve iriliğinin artmasına bağlı olarak birim

miktardaki organik asit veya SÇKM değerlerinin seyrelmesi ile açıklanabilir (Epstain ve Bloom, 2004; Kacar ve Katkat, 2007).

Yaprakların Ca içeriklerinin 5 çeşit için de Jones ve ark. (1991) tarafından bildirilen ve domates için yeter seviye kabul edilen değerler (%1.50-2.40) aralığında olduğu, sadece Ty12Rz çeşidinde kontrol ve düşük doz uygulamalarında yeter seviyenin altında olduğu görülmüştür. Yapraktan yüksek dozda uygulanan Ca ile TY12Rz çeşidindeki düşük Ca içerikleri yeter seviyeye yükselmiştir. Elde edilen sonuçlara, göre yapraktan Ca uygulamasının kontrol koşullarında yeter düzeyde Ca içeren çeşitlerin yaprak Ca konsantrasyonlarına pek bir etkisinin olmadığı, buna karşılık düşük Ca içeriğine sahip durumlarda ise bitkinin Ca beslenmesine olumlu etki yaptığı söylenebilir. Bu durum çeşitli araştırmalarda da yapraktan Ca uygulamasıyla bitkinin Ca beslenmesinin düzeltilebildiği açıkça ifade edilmektedir (Cheour ve ark., 1990; Kadir, 2004). Kalsiyum uygulamalarına rağmen genellikle yaprak ve meyve Ca konsantrasyonlarının artmamış olmasının en büyük nedeninin seyrelme etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Epstain ve Bloom, 2004; Kacar ve Katkat, 2007). Bu etki özellikle meyve ağırlığında göze çarpmakta ve Ca uygulamalarıyla meyve ağırlıklarının bütün çeşitlerde önemli miktarda artışı görülmektedir. Yapraktan uygulanan Ca'nın domates çeşitlerinin genelinde diğer besin elementleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, etkisi olanlarda ise net bir yargı oluşturacak sonuçlara ulaşılmadığı görülmektedir (Peyvast ve ark., 2009).

Sonuç olarak; yapraktan Ca uygulamalarının her iki dozunun da domatesin verim parametrelerinden olan bitki başına düşen verim, meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlıkları üzerine etkisi olumlu olmuş ve bu değerler artmıştır. Yapraktan Ca uygulamasının verim üzerine en etkili olduğu çeşidin Şimşek olduğu görülmüş ve bu çeşitte uygulamalara bağlı önemli verim artışları elde edilmiştir. Dolayısıyla bu çeşitte Ca uygulamasına özel önem gösterilmelidir. Kalite parametrelerinden olan meyve eti sertliği ve SÇKM değerleri ise uygulamalardan genelde etkilenmemiştir. Yapraktan Ca uygulamalarının bitkinin mineral beslenmesine olan etkisi çeşit özelliklerine ve uygulanan doz miktarına göre farklılık göstermiştir. Yapılan yaprak analizlerine göre Ca uygulamasına tepki veren tek çeşidin TY12Rz olduğu görülmüş ve dolayısıyla bu çeşidin Ca'ya daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla özellikle Ca eksikliğinin olduğu ve olma olasılığının bulunduğu koşullarda TY12Rz çeşidinin kullanılmasından kaçınılmalıdır.

Kaynaklar

- Alpaslan M, Guneş A, İnal A, 1998. Deneme tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1501. Ders Kitabı. 455.
- Bergmann W, 1992. Nutritional disorders of plants-Development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag, Jena, Germany. 351s.
- Cheour F, Willemot C, Arul J, Desjardins Y, Makhlof J, Charest P. M, Gosselin A, 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115(5): 789-792.
- Del-Amor F K, Marcelis LFM, 2003. Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78(3): 343-349.
- Dodds G T, Trenholm L, Rajabipour A, Madramootoo C A, Norris ER, 1997. Yield and quality of tomato under water-table management. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122(4): 491-498.
- Dong C, Zhou J, Fan X, Wang H, 2004. Effects of different ways of ca supplements on the ca content and forms in mature fruits of tomato. *Plant Nutrition and Fertilizer Science* 10 (1): 91-95.
- Dong C, Zhou J, Zhao S, Wang H, 2005. Effects of exogenous ca on some physiological characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedlings with different ca sensitivity. *Chinese Journal of Applied Ecology* 16 (2): 267-272.
- Epstain A, Bloom AJ, 2004. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. secon Ed. Sinauer Ass. Sunderland, MA 01375, USA.
- Hao X, Papadopoulos AP, 2004. Effects of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning, and fruit yield of winter greenhouse tomato. *HortScience* 39(3): 512-515.
- Hortwith N, 1960. Officials methods of analysis. Chapter 29, Sugar and Sugar Products, AOAC, Benjamin Franklin Station, Washington DC.
- İrget ME, Aydın S, Oktay M, Tutam M, Aksoy U, Nalbant M, 1999. Effect of foliar potassium nitrate and calcium nitrate application on nutrient content and fruit Quality of Fig. In: Anac, D., Martin-Prevel, P. (Eds.), Improved Crop Quality by Nutrient Management. Kluwer Academic Publishers, s. 81-85.
- Johnson DS, Dover DJ, 2002. The effect of calcium and zinc sprays on the texture of 'cox's orange pippin' apples in controlled atmosphere storage. *Proceedings Acta Horticulture* 594: 427-434
- Jones JB, Wolf Jr B, Mills HA, 1991. Plant analysis handbook. I. Methods of plant analysis and interpretation. Micro-Macro Publishing Inc., 183 Paradise Blvd, Suite 108, Athens Georgia 30607 USA.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV 2007. Bitki besleme. Nobel Yayın No: 849, Ankara.
- Kadir, SA, 2004. Fruit quality at harvest of 'jonathan' apple treated with foliar applied calcium chloride. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1991-2006.
- Konno H, Yamaya T, Yamasaki Y, Matsumoto H, 1984. Pectic polysaccharide break-down of cell walls in cucumber roots grown in calcium starvation. *Plant Physiology* 76(3): 633-637.

- Köksal F, Erdal İ, 2013. Yapraktan kalsiyum uygulamasının farklı karanfil çeşitlerinde verim, kalite ve besin elementi içeriğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(2):1-10
- Marschner H, 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
- Papadopoulos A P, 2003. Effects of calcium and magnesium on growth, fruit yield and quality in a fall greenhouse tomato crop grown on rockwool. *Canadian Journal of Plant Science* 83(4): 903-912.
- Peyvast G, Olfati J A, Ramezani-Kharazi P, Kamari-Shahmaleki S, 2009. Uptake of calcium nitrate and potassium phosphate from foliar fertilization by tomato. *Journal of Horticulture and Forestry* 1(1): 7-13.
- Rab A, Haq S, 2012. Foliar Application of calcium chlorid and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruit. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36: 695-701.
- Simon E W, 1978. The symptoms of calcium deficiency in plants. *The New Phytologist* 80(1): 1-15.
- White P J, Broadley M R, 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany* 92(4): 487-511.
- Xia G, Yang J, 2005. Effect of different Ca and Mg levels on uptake of mineral elements by tomato plants and fruits. *Northern Horticulture* 2: 44-45.
- Yang L, Qu H, Zhang Y, Li F, 2012. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. *Agricultural Water Management* 104: 89-94.
- Yang Z, 1994. Effects of Ca and Mg on anatomic structure of roots, stems and leaves of tomato. *Journal of Hua Zhong University (Natural Science Edition)* 13: 51-54 (in Chinese with English abstract).