

Elma Ağaçlarında Yaz Budamasının Meyve ve Yaprakların Kalsiyum İçeriği Üzerine Etkisi

Kadir UÇGUN* Mesut ALTINDAL Murat CANSU

Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): kadirucgun@gmail.com
DOI: 10.21657/topraksu.338309

Öz

Vejetatif gelişmeyi teşvik eden herhangi bir uygulama meyvelerin Ca içeriğini olumsuz etkiler. Mevcut Ca'un kullanımında meyve ve vejetatif aksam arasında vejetatif aksam lehinde şiddetli bir yarış vardır. Azot, P, Mg ve K iyonları floemde kolaylıkla taşınabilmesine rağmen Ca iyonu çok az ve yavaş taşınmakta ve yeni gelişen meristematik dokulara yapraklarda gerçekleşen transprasyon ile yani ksilem yolu ile ulaşmaktadır. Kalsiyumun elma yapraklarında genellikle eksikliği görülmediği halde meyvelerde Ca eksikliğine sık rastlanmaktadır. Tohum anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidinde yapılan bu çalışmada yaz budamasının yaprak ve meyvenin Ca içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Mayıs ayı sonlarında aynı yılın sürgünleri yaklaşık 20 cm olduğunda yaz budaması yapılmış ve Temmuz ayı başında meyveler yaklaşık 70 g olduğunda hem yapraklarda hem de meyvelerde Ca analizleri yapılarak uygulamalar karşılaştırılmıştır. Yaprakların Ca içeriği yaz budaması yapılan ağaçlarda %1,29; yapılmayanlarda ise %1,26 bulunmuş ve istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Meyvelerde ise yaz budaması yapılan ve yapılmayan ağaçların Ca içeriği sırasıyla 59,47 ve 50,86 mg 100 g⁻¹ olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu sonuçlar meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında yaz budamasının önemini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Elma, kalsiyum, yaz budaması

The Effect of Summer Pruning on Calcium Content of Fruit and Leaves of Apple Trees

Abstract

Any applications promoting vegetative growth effects adversely Ca content of fruit. There is a violent race between fruit and vegetative parts in the use of existing Ca and vegetative parts are more powerful in this race. Although nitrogen, P, Mg and K can be transported easily in phloem, Ca ions are transported very small amounts and slowly. Calcium ions absorbing can be reached to meristemetic tissue by the xylem or transpiration that occurring in leaves. Although Ca deficiency is not seen in apple leaves, it is seen commonly in the fruits. This study was carried out "Starkrimson Delicious" cultivar grafted onto seedling rootstocks and at full yield and it was investigated efficiency of summer pruning on Ca content of leaves and fruit. In late May, summer pruning was made when shoots of the same year were approximately 20 cm length. In early July, both leaves and fruit samples were collected when fruits were about 70 g and Ca contents were determined and the applications were compared in terms of Ca and the other nutrients. While Ca content of leaves were 1.29 % in summer pruning, 1.26% in not summer pruning and not statistically significant. In fruit, Ca content were 59.47 mg 100 g⁻¹ in summer pruning, 50.86 mg 100 g⁻¹ in not summer pruning and it was found that the results were significant statistically at the 1% level. These results demonstrate the importance of summer pruning to increase the Ca content of fruit.

Key Words: Apple, calcium, summer pruning

GİRİŞ

Kalsiyum (Ca) diğer bitki besin elementlerine göre yer kabuğunda daha yaygın ve daha fazla bulunur. Yer kabuğunun yaklaşık %3,50'si Ca'dur. Kalsiyum kapsamı yönünden topraklar arasında büyük farklılıklar vardır. Tekstürleri ne olursa olsun kurak yöre topraklarının Ca kapsamı yüksektir. Bunun nedeni yağışın ve dolayısıyla yıkanmanın az olmasıdır. Kurak yörelerdeki çoğu topraklar, profilleri arasında kalsiyum karbonat ya da kalsiyum sülfat birikintilerine sahiptir (Kacar, 1995).

Kalsiyum, bitkiler tarafından Ca^{+2} iyonu şeklinde alınır ve bitkiler için zorunlu bir element olan Ca^{+2} bitki bünyesinde inorganik tuzlar, organik asitler, plazma kolloidlerine tutulmuş şekilde ve immobilize edilmiş şekilde bulunur. Kalsiyum diğer maddelerle birlikte bitki dokularının yapısal ve fizyolojik stabilitesinde görev alır (Bergmann, 1992). Elmalarda Ca'un yetersiz seviyeleri yapraklardan daha çok meyvelerde oluşur. Yapraklarda eksiklik belirtileri bahçelerde nadiren görülür fakat düşük Ca ile beslenen ağaçlarda eksiklik belirtileri tanımlanabilir. Kalsiyum eksikliği en genç sürgün yapraklarının yukarıya doğru fincan şeklinde kıvrılması, daha sonra damarsal ve damar aralarında kloroz gelişimi, sonuç olarak yaprak kenarlarında nekrotik dokular ve klorotik benek gelişimi olarak tanımlanmıştır. Meyve üzerindeki belirtiler çok daha belirgin olmaktadır ve anormal kabuk bronzlaşması, geç sezonda lentsellerin koyulaşması ve bazı zaman hasatta şiddetli meyve çatlaması ile kendini gösterir. Yetersiz Ca, sebze ve meyvelerde depolarda birçok fizyolojik bozuklukları ortaya çıkarmaktadır. Örneğin elmalarda Acıbenek, Çatlama, İç Kararması, Jonathon Spot, Lentsel Blotch, İç Sulanması ve Düşük Sıcaklık ve Yaşlanma bozulmaları Ca eksikliğinde ortaya çıkan fizyolojik bozukluklardır (Nielsen ve Nielsen, 2003). Perring vd. (2006), Lentsel Blotch ve/veya İç Sulanması görülen bahçelerden aldıkları meyvelerde Ca içeriklerinin çok düşük olduğunu tespit etmişler ve özellikle depolama esnasında Lentsel Blotch şiddetinin Ca konsantrasyonunun düşmesi ve/veya K konsantrasyonunun artması ile arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı yerden alınan meyvelerde görülen çatlamaların da bu etmenlerden olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Ca nedenli fizyolojik bozukluklar Ca miktarı meyvede taze ağırlık üzerinden 40 ppm'in altına düştüğünde görülmüştür. Kadir (2004), $CaCl_2$ uygulamalarının meyve kalitesini arttırdığını

fakat Ca uygulamaları yapılan ağaçlarda kontrol uygulamalarına göre N, P, K ve Mg içeriğinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu elementlerde Ca gibi meyve kalitesini etkilemektedir. Bu bilgiler ışığında $CaCl_2$ uygulamaları besin elementleri arasındaki dengeleri değiştirerek meyve kalitesini iyileştirdiği düşünülmektedir.

Yumuşak çekirdekli meyvelerde hasat sonrası meyve kalitesini etkileyen hasat öncesi şartların çoğu, kültürel uygulamalar ve iklim olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Anaç/ağaç yaşı, sulama ve gübreleme uygulamaları, budama ve terbiye sistemleri, ürün yükü/meyve büyüklüğü, tozlaşma/tohum sayısı, kimyasal yaprak uygulamaları ve gelişim düzenleyicileri kültürel uygulamalar arasında yer almaktadır. İklim faktörlerini ise sıcaklık (sezonal ve hasat öncesi), ışık (kalite, yoğunluk ve süre) ve toprak suyu oluşturmaktadır (Bramlage, 1993). Kalsiyum eksikliği hücre içi nitrit taşınımını bozduğu için nitrit (NO_2^-) birikimine neden olur. Bu yüzden Ca eksikliği olan bitkiler azot kaynağı olarak etkili bir şekilde nitratları kullanamazlar (Bergmann, 1992).

Bitki besleme açısından Ca ile diğer besin elementleri arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Bu ilişkiler olumlu ya da olumsuz olabilmektedir. Bor ve Ca arasında da yakın bir ilişki bulunmaktadır. B'un özellikle meyveye Ca'un taşınmasında önemli bir görevi vardır ve bu yolla "Corking" oluşumunu önler veya azaltır. Normal hücre gelişimi ve farklılaşması için her iki iyonun da yeterli miktarda bulunmasına ihtiyaç vardır. Bazen bu iki iyonun eksiklik belirtileri birbirine benzemektedir. Özellikle B ve Ca eksikliklerinin beraber olduğu bozukluklarda teşhis çok zor olmaktadır. Aşırı derecede Ca uygulanması B alınımını engellemektedir (Bergmann, 1992). Kalsiyum ve K arasındaki etkileşim ise meyvelerde en çok rastlanan olaylardan biridir. Meyvedeki K:Ca oranı sonbaharda Acıbenek ve diğer fizyolojik hastalıklar oluşup oluşmayacağına önemli bir göstergesi olarak tespit edilmiştir (Drahorad, 1999). Dilmaghani vd. (2004), yaptıkları çalışmada meyvedeki Ca ile meyve eti sertliğinin arttığını ancak hasatta meyvelerdeki K:Ca oranı artması ile meyve setliğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda yapraklardaki K:Ca oranı 0,9-1,4; meyvede ise 19-46 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yapraktaki Ca %1,3-2,0 arasında olduğunda yeterli kabul edilir (Hoying vd., 2004). Elma ağaçlarında yaprak analizleri genellikle daha yüksek miktarlarda Ca ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Elma ağaçları topraktan Ca'un alınması ve özellikle yaprak ve meyvelere taşınmasında çok etkili değildir. Hoying vd. (2004)'nin da belirttiği gibi kuraklık şartlarında meyvedeki Ca yapraklara taşınmaktadır. Bu nedenle meyvelerin Ca içeriğini arttırmak için yaprak gübrelemesi, hatta direk meyve üzerine yaprak gübrelerinin uygulanması ve meyvelerin Ca çözeltilerine daldırılması gibi uygulamalar yapılmaktadır. Toprakta Ca uygulamaları bu konuda başarısız olmaktadır. Elma köklerinin topraktan Ca iyonlarını almakta yetersiz olması, dışarıdan Ca alımını etkileyen toprakta Ca miktarının ve toprak pH'sının düşük olması ve Ca ile yarış halinde olan iyonların (K, Mg, NH₄) fazlalığı gibi faktörlerin etkisini büyütmektedir. Kökler tarafından alınan herhangi bir Ca iyonu ağaç içinden meyveye doğru çok yavaş hareket eder hatta ağaç büyüklüğüne bağlı olarak kök ucundan meyveye Ca'un ulaşması 2-4 yıl arasında değişir. Bu yüzden Ca uygulamasından en büyük etki meyve yüzeyine uygulamadan elde edilmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi özellikle B eksikliği ağaç içerisinde Ca hareketini yavaşlatmaktadır (Anonim, 2006). Kalsiyum alımında ağacın yaşı da önemli bir faktördür. Genç ağaçlarda vejetatif gelişmenin çokluğu nedeniyle düşük Ca'u beraberinde getirir. Budama gibi aşırı miktarda gelişmeyi teşvik eden uygulamalar Ca alımını olumsuz etkilemektedir. İyi bir tozlanma sonucu oluşan yeterli miktardaki tohum sayısı Ca alımını etkilemektedir. Tohumlar hormonların sentezlendiği yerdir. Özellikle tohumlarda sentezlenen oksin hormonu meyveye Ca taşınmasında önemlidir (Bramlage, 1993). Buccheri ve Di Vaio (2004), yaptıkları çalışmada tohum sayısı ile meyve ağırlığı ve meyvenin Ca içeriği arasında doğrusal ilişkiler olduğunu tespit etmişlerdir.

Hem topraktan hem yapraktan Ca uygulaması yapılabilir. Toprakta yapılacak uygulamalarda ise ülkemizde Karadeniz dışındaki bölgelerde faydasından çok olumsuz etkileri olabilmektedir. Çünkü diğer bölgedeki topraklarımızın Ca içeriği genellikle yüksek durumdadır. Karadeniz bölgesinde de topraktan yapılan kireç veya jips uygulamaları meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında çok az etkili olmaktadır. Bu bölgede kireç uygulanması özellikle toprakların pH düzeylerinin

yükseltilerek Ca'un da dahil olduğu diğer besin elementlerinin alımını dolaylı sağlamaktadır.

Dilmaghani vd. (2004), meyve eti sertliği ile K:Ca oranı arasındaki ters ilişki nedeniyle kireçli topraklarda en az 8 kez yaprak gübrelemesinin gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Kadir (2004), yaptığı çalışmada en az 6 uygulamanın meyve ağırlığı, meyve büyüklüğü ve kırmızı renk oluşumunu arttırdığını, scald oluşumunu azalttığını tespit etmiştir.

Meyvenin Ca içeriğinin artırılmasında yapraktan kimyasal uygulamalar etkili olduğu gibi yaz budamasının yapılması da meyvenin Ca içeriği üzerine olumlu etki yapacağı düşünülmektedir. Tohum anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidinde yapılan bu çalışmada yaz budamasının yaprak ve meyvenin Ca içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada tohum anacı üzerine aşılı tam verimdeki "Starkrimson Delicious" çeşidi kullanılmıştır. Mayıs ayı sonlarında aynı yılın sürgünleri yaklaşık 20 cm olduğunda yaz budaması yapılmıştır. Ağaçların iç bölgesinde çıkan tüm sürgünler el ile koparılmıştır. Temmuz ayı başında meyveler yaklaşık 70 g olduğunda hem yaprak hem de meyve örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleri ağaçların taç bölgesinde bulunan güneş gören dallar üzerinde oluşmuş aynı yılın sürgünleri üzerinde oluşmuş gelişmesini tamamlamış en genç yapraklardan, meyve örnekleri ise yine ağaçların taç bölgesinde bulunan meyvelerden alınmıştır. Alınan bitki örneklerinde Ca ve diğer besin elementi analizleri yapılarak uygulamalar karşılaştırılmıştır. Bitki örnekleri önce çeşme suyunda, sonra 0.1 N HCl'de ve daha sonra saf suda yıkanarak 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve 0.5 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. N analizi için kjeldahl yaş yakma metodu, P, K, Ca ve Mg analizi için kuru yakma uygulanmış ve okuma ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) cihazı ile yapılmıştır (Ryan vd., 2001). Yaprak analizlerinin doğruluğunu kontrol etmek için NIST marka referans elma yaprağı (1515) kullanılmıştır. İstatistik analizler için paket program (JMP) kullanılmıştır. Bu paket program ile normal dağılım analizi yapılmış ve ekstrem değerler atılmıştır. LSD çoklu karşılaştırma testi ile uygulamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaz budaması yapılan ve yapılmayan uygulamaların besin elementi düzeyleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir. Her bir uygulama 6 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 4 ağaç bulunacak şekilde yapılmıştır. Çizelgede verilen her bir değer 24 değer üzerinden hesaplanmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde yaz budaması uygulamasının yaprakların besin elementi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Çizelge 1). Meyvelerde ise yaz budamasının meyvenin besin elementi içeriği üzerine olumlu etkisinin olduğu yapılan analizlerle tespit edilmiştir (Çizelge 2). Yapraklarda tespit edilen N değerleri yeterlilik sınırının (%2,45-2,85; Uçgun vd., 2013) altında bulunmuş ve uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Meyvelerde ise yaz budamasının meyvenin N içeriğinin arttırdığı tespit edilmiştir. Fosfor değerleri hem yaprakta hem de meyvede uygulamalara göre farklılık göstermemiş ve yapraklarda tespit edilen P değerleri yeterlilik sınırının (%0,18-0,23; Uçgun vd., 2013) içinde yer almıştır. Yaprakların ve meyvelerin K değerinde uygulamalara göre farklılıklar gözlemlenirken yapraklarda var olan farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı meyvede ise önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca yapraklarda tespit edilen K değerleri alt yeterlilik sınırına (%1,57-1,99; Uçgun vd., 2013) yakın olduğu tespit edilmiştir. Yaprakların Ca içeriği yaz budaması yapılan ağaçlarda %1,29, yapılmayanlarda ise %1,26 bulunmuş, istatistiksel olarak önemli olmamıştır ve bu değerler yeterlilik sınırı içerisinde (%1,10-1,41; Uçgun vd., 2013) yer almıştır. Meyvelerde ise yaz budaması yapılan ve yapılmayan ağaçların Ca içeriği sırasıyla 59,47 ve 50,86 mg 100 g-1 olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tespit edilen Mg

değerlerinde ise uygulamaların hem yaprakta hem de meyvede bir etkisinin olmadığı ve yaprakların Mg içeriğinin yeterlilik sınırının üzerinde (%0,32-0,43; Uçgun vd., 2013) olduğu görülmüştür. Denemenin yapıldığı elma bahçesine herhangi bir Mg gübrelemesi yapılmadığı halde yapraklarda Mg seviyesinin yüksek olması toprakta bitkiler tarafından alınabilir Mg seviyesinin yüksek (800 ppm) olması ile açıklanabilir. Ayrıca toprakların pH değeri (8,10) Mg alımı için uygun şartları oluşturmaktadır.

Meyvelerin K:Ca oranları incelendiğinde yaz budaması yapılmayanlarda 22,02; yaz budaması yapılanlarda ise 17,65 olmuştur. Yine meyvelerin N:Ca oranları incelendiğinde yaz budaması yapılmayan ve yapılan uygulamaların N:Ca oranları sırasıyla 9,63 ve 7,06 bulunmuştur. Yaz budaması yapılmayan uygulamalarda yüksek çıkan N ve K değerleri düşük çıkan Ca değerinin olumsuz etkilerini daha da arttıracakı düşünülmektedir. Drahorad (1999), özellikle K:Ca oranının acı benek oluşumunda çok etkili olduğunu ve bu oranın yükselmesi ile yani Ca miktarının oransal olarak azalması ile “Acıbenek” oluşumunun artacağını bildirmiştir. Yine N seviyesinin yükselmesi ile oransal olarak Ca miktarının azalması ile meyvelerin diğer fizyolojik bozukluklara daha hassas olacağı bir gerçektir.

Normal gelişim şartları altında yapraktaki Ca ile N arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu ilişki transpirasyon ile hareket eden suyun sonucu olarak büyük miktarlarda Ca ve N’un ağaç içine alınması ve yapraklara taşınması ile oluşur. Artan N miktarıyla gelişim ve yaprak yüzeyi artacağından transpirasyonda artar. Fakat çok aşırı N uygulamaları yaprak/meyve oranını

Çizelge 1. Uygulamalara göre yaprakların besin elementi düzeyleri
Table 1. The level of nutrients in leaf according to application

Yaz Budaması	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Yok	2,35	0,22	1,55	1,26	0,46
Var	2,34	0,21	1,49	1,29	0,46

Çizelge 2. Uygulamalara göre meyvelerin besin elementi düzeyleri
Table 2. The level of nutrients in fruit according to application

Yaz Budaması	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (mg 100 g ⁻¹)	Mg (mg 100 g ⁻¹)
Yok	0,49*	0,09	1,12*	50,86	56,86
Var	0,42	0,09	1,05	59,47**	58,86

arttıracağından meyvede Ca'nın düşük olmasıyla ortaya çıkan problemleri beraberinde getirir. Bu durum özellikle toprak neminin yetersiz olduğu durumlarda önemlidir. Çünkü su stresi olduğunda meyvedeki Ca, meyvedeki suyun yaprağa hareketi ile yaprağa taşınır (Hoying vd., 2004). Yumuşak çekirdekli meyvelerde hasat sonrası kalitesi ile kültürel pratiklerin etkisi beraber düşünüldüğünde değişkenlerin çoğunu iki önemli ilişki açıklar. Birincisi, vejetatif gelişmeyi teşvik eden herhangi bir uygulama meyve kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ağaçlarda mevcut Ca'un alınımı arasında meyve ve vejetatif aksam arasında şiddetli bir yarış vardır. Vejetatif aksam bu yarışta daha güçlü durumdadır. Bu yüzden ağaçlardaki aşırı bir gelişme meyvedeki Ca konsantrasyonunu düşürmesiyle hasat sonrası meyve kalitesini azaltmaktadır. İkincisi, meyve büyüklüğünü arttıran herhangi bir uygulama sulandırma etkisi ile meyvedeki Ca miktarını oransal olarak düşüreceğinden hasat sonrası meyve kalitesini azaltmaktadır (Bramlage, 1993). Çalışmanın sonucundan da görüleceği gibi yaz budaması yapılmayan yani vejetatif gelişmenin yüksek olduğu ağaçlardan alınan meyvelerin Ca içeriği daha düşük bulunmuştur.

SONUÇLAR

Yaz budaması yaprakların N, P, K, Ca ve Mg içeriği üzerine etkili olmazken meyvelerin P ve Mg dışındaki diğer elementler üzerine etkili bulunmuştur. Yaz budaması, meyve kalitesi ile çok yakından ilişkili olan Ca'un meyvedeki miktarını arttırmıştır. Besin elementlerinin yalnız kendi miktarlarından daha çok diğer besin elementleri ile arasındaki oranların eksiklik yada fazlalık oluşmasında daha önemli olduğu bilinmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde yaz budaması yapılan ağaçlardan hasat edilen meyvelerin fizyolojik bozukluklara karşı daha dayanıklı olduğu da görülmektedir. Kalsiyum eksikliğinin giderilmesinde yapraktan yapılan kimyasal gübreleme ile birlikte yaz budaması gibi kültürel uygulamaların da yapılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim (2006). Fertilizing Apples. A Guide to Fertilizing Apple Trees. Spectrum Analytic Inc. Spectrum Analytic Inc. P.O. Box639 Washington Court House, OH 43160, 1-23.
- Bergmann W (1992). Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, p.741.
- Bramlage W J (1993). Interactions of Orchard Factors and Mineral Nutrition on Quality of Pome Fruit. Acta Hort. (ISHS) 326: 15-28.
- Buccheri M, Di Vaio C (2004). Relationship Among Seed Number, Quality, and Calcium Content in Apple Fruits. Journal of Plant Nutrition, 27(10): 1735-1746.
- Dilmaghani M R, Malakouti M J, Neilsen G H, Fallahi E (2004). Interactive Effects of Potassium and Calcium on K/Ca ratio and its Consequences on Apple Fruit Quality in Calcareous Soils of Iran. Journal of Plant Nutrition, 27(7): 1149-1162.
- Drahorad W (1999). Modern Guidelines on Fruit Tree Nutrition. 42. Annual IDFTA Conference. Hamilton Ontario, Canada.
- Hoying S, Fargione M, Iungerman K (2004). Diagnosing Apple Tree Nutritional Status: Leaf Analysis Interpretation and Deficiency Symptoms. New York Fruit Quarterly. 12(11), 6-19.
- Kacar B (1995). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kadir S A (2004). Fruit Quality at Harvest of "Jonathan" Apple Treated with Foliarly-Applied Calcium Chloride Journal of Plant Nutrition, 27(11): 1991-2006.
- Neilsen G H, Neilsen D (2003). Nutritional Requirements of Apple. Apples, Botany, Production and Uses. Ed. Ferree, D. Warington, I., CAP International, Wallingford U.K.
- Perring MA (2006). Lenticel Blotch Pit, Watercore, Splitting and Cracking in Relation to Calcium Concentration in the Apple Fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35 (11): 1165-1173.
- Ryan J, Estafan G, Rashid A (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory, Manual 2nd ed. ICARDA and NARS, Aleppo, Syria. 135-140 p.
- Uçgun K, Gezgün S, Akgül H, Harmankaya M, Atasay A, Altındal M, İlban B, Cansu M, Seymen T (2013). Elma Ağaçlarında Yaprak Analizlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Referans Değerlerinin Isparta Bölgesi İçin Kalibrasyonu. Derim, 30 (2):54-61.