



Bitki Büyüme Düzenleyici Uygulamalarının ‘Golden Delicious’ Elmasının Mineral Madde İçeriğine Etkisi

Ayşe Nilgün ATAY^{1*} Fatma KOYUNCU² Ersin ATAY¹
Mesut ALTINDAL¹ Bilal YALÇIN¹

¹ Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 32500, Eğirdir, Isparta

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 32000, Isparta

*: e-mail: nilguntuncer@hotmail.com

Alındığı tarih (Received): 30.06.2015

Kabul tarihi (Accepted): 04.02.2016

Online Baskı tarihi (Printed Online): 04.04.2016

Yazılı baskı tarihi (Printed): 16.05.2016

Öz: Uzun süreli bitki büyüme düzenleyici (BBD) uygulamaları bitkilerin mineral madde içeriğini hem olumlu hem de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, M9 anacına aşılı ‘Golden Delicious’ elmasına 3 yıl süreyle yapılan prohexadione-calcium (Pro-Ca), etefon, GA₃ ve GA₄₊₇ uygulamalarının yapraklardaki besin elementi, toplam karbonhidrat (C), C:N ve klorofil yoğunluğu (Spad) üzerine etkileri saptanmaya çalışılmıştır. Deneme sonunda GA₄₊₇ ve GA₃ uygulamaları yaprakların N içeriklerini arttırmıştır. N içeriği, kontrolde %2.16 iken, GA₃ ve GA₄₊₇ de sırasıyla %2.34 ve %2.35 olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte gibberellin uygulamalarında, kontrole ve diğer uygulamalara kıyasla daha düşük Ca içeriği saptanmıştır. Etefon uygulaması ise bitkilerin P ve K içeriğini arttırmıştır. Ancak etefon uygulamasında artan K içeriği, K/Mg oranını artırması nedeniyle yapraklarda Mg eksikliğine yol açabileceği tespit edilmiştir. BBD uygulamalarının elmanın mikro element içerikleri üzerine etkisi, Fe hariç önemli bulunmuştur. Fakat elde edilen veriler sınır değerleriyle kıyaslandığında, mikro elementler açısından uygulamalar bazında toksite veya noksanlık belirlenmemiştir. Uygulamalar C içeriği ve C/N değerleri üzerine etkili olmamıştır.

Anahtar kelimeler: Besin elementi, etefon, gibberellin, Pro-Ca

Effects of Plant Growth Regulators on Nutrient Content of ‘Golden Delicious’ Apple

Abstract: Long-term plant growth regulators (PGR) applications can affect the mineral content of the plants at both the positive and negative directions. In this study, it was aimed to determine the effects of long-term prohexadione-calcium (Pro-Ca), ethephon, GA₃ and GA₄₊₇ applications on nutrients, total carbohydrate (C), C:N and chlorophyll density (Spad) in the leaf of ‘Golden Delicious’ apple cultivar grafted on M9 rootstock. For this purpose, applications were made for three years. GA₃ and GA₄₊₇ treatments were increased N content of the leaves. While N content was determined as 2.16% in control, the GA₃ and GA₄₊₇ were determined as 2.34% and 2.35%, respectively. However gibberellin treatments was decreased Ca content compared to the others. The ethephon increased P and K content of plant. However, it was detected increasing the K content in ethephon advanced K/Mg ratio, can lead to Mg deficiency. Although effect on microelements content of the apple of PGR was significant except Fe, there was no toxicity or lack when obtained data was compared with the limits. C content and C/N were found to no differences according to the applications.

Keywords: Plant nutrient, ethephon, gibberellin, Pro-Ca

1. Giriş

Bitki büyüme düzenleyici (BBD)’ler, bitkilerde büyüme ve gelişme ile ilgili etkinliklerin değiştirilmesinde kullanılan çoğunlukla sentetik bileşiklerdir. BBD’ler, 1930’lardan bu yana meyve yetiştiriciliğinde çok

geniş bir kullanım alanına sahip olmuşlardır. BBD’ler bitkilerde doğal olarak oluşan hormonların biyosentezini veya işlevini uyararak, engelleyerek ya da taklit ederek etkili olurlar (Wertheim and Webster 2005).

Prohexadione-calcium (Pro-Ca), etefon, GA₄₊₇ ve GA₃ vejetatif gelişimin kontrolü, seyreltme,

çiçeklenmenin düzenlenmesi, pas oluşumunun azaltılması, meyve iriliğinin artırılması ve bazı meyve kalite kriterlerinin iyileştirilmesi amacıyla elma yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan BBD'lerdir (Petraček et al. 2003; Duyvelshoff 2011). Ancak BBD uygulamalarının uzun süre aynı ağaçlarda kullanımı ile ilgili yeterli bilgi bulunmamakta ve üreticiler zaman zaman sıkıntı yaşayabilmektedirler. Her yıl yapılan BBD uygulamalarının ağaç üzerinde meydana getirdiği olumlu ve olumsuz etkilerin detaylı olarak belirlenmesi uygulamaların etkinliği açısından da oldukça önemlidir. Verim, vejetatif gelişim ve meyve kalitesi gibi kriterlerin yanı sıra, BBD uygulamalarının besin elementi içeriği üzerine olan olası etkilerinin belirlenmesi ağaçların fizyolojik durumu hakkında daha detaylı bilgiler sağlayacaktır. Bu çalışma ile üç yıl süreyle çiçeklenmenin kontrolü amacıyla 'Golden Delicious' elma çeşidine GA₄₊₇, GA₃, etefon ve Pro-Ca uygulaması yapılmış ve uygulamaların yapraklardaki mineral madde içeriği üzerine olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca uygulamaların toplam karbonhidrat (C), karbonhidrat/azot (C/N) ve klorofil yoğunluğu (Spad) üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma Eğirdir-Isparta'da bulunan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü'nde 2010-2012 yılları arasında yürütülmüştür. Deneme alanının deniz seviyesinden yüksekliği 920 m olup koordinatları 37° 48' 52.16" K, 30° 52' 39.66" D' dir. Çalışmada 3.5 x 1 m aralıklarla dikilmiş M9 anacına aşılı 5 yaşlı (2010 yılında) tam verim çağındaki 'Golden Delicious' elma çeşidinin üniform yapıdaki ağaçları kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Deneme alanı topraklarında beslenme bakımından bir sorunla karşılaşılmamıştır. Bahçe toprağının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme alanında sulama, gübreleme, budama, yabancı ot kontrolü, hastalıklarla ve zararlılarla mücadele gibi bütün kültürel işlemler ticari yetiştiriciliğe uygun olarak rutin bir şekilde yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları (0-30 cm)

Table 1. Soil analysis results of the experiment area (0-30 cm)

	Analiz Adı	Sonuç
Fiziksel Analizler	Kum (%)	18
	Silt (%)	39
	Kil (%)	43
	Tekstür	Killi-Tin
	Tuzluluk (mS cm ⁻¹)	0.16
	pH (1:2.5)	7.51
	Kireç (%)	4.3
Kimyasal Analizler	Organik madde (Smith Weldon) (%)	4.5
	P (Olsen ICP) (ppm)	42
	K (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	353
	Ca (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	4564
	Mg (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	570
	Na (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	25.17
	Fe (DTPA-ICP) (ppm)	23.53
	Cu (DTPA-ICP) (ppm)	17.05
Mn (DTPA-ICP) (ppm)	51.91	
Zn (DTPA-ICP) (ppm)	1.75	

Çalışmada üniform yapıdaki ağaçlara 2010-2012 yılları arasında her yıl aynı uygulamalar yapılmış ve uygulama dozu aktif madde üzerinden hesaplanmıştır. Uygulama dozları ve dönemleri literatür önerileri doğrultusunda bölgesel koşullara uygun olarak belirlenmiştir. Çoklu uygulamalar yıllar ve bölgeler arasındaki etkileşimleri azalttığı için kimyasallar 3 hafta arayla 2 seferde sırt pompasıyla uygulanmıştır. Bütün uygulamalarda hazırlanan solüsyon ile ağaçta iyi bir kaplama sağlanmıştır. Kimyasalların etkinliğini arttırmak için, solüsyonların içerisine %0.1 oranında yayıcı yapıştırıcı (Tween 20®) ilave edilmiştir. Pro-Ca'nın sert sulara aşırı hassasiyet göstermesinden dolayı sadece Pro-Ca uygulamalarında suyun pH'sı 4.5-5'e ayarlanmış diğer uygulamalarda herhangi bir ayarlama yapılmamıştır. Uygulamalara ait detaylar aşağıda belirtilmiştir.

Kontrol: Herhangi bir BBD uygulaması yapılmamış ağaçlar kontrol grubunu oluşturmuştur.

GA₄₊₇ (Novagib, FineAgrochemicals Ltd.): 150+150 ppm GA₄₊₇ üç hafta aralıklı uygulanmıştır. İlk uygulama meyveler 10 mm çapa ulaştığı dönemde (tam çiçeklenmeden 16-21 gün sonrası) yapılmıştır.

GA₃ (Florigib, Sumitomo Corporation): 150+150 ppm GA₃ üç hafta aralıkla uygulanmıştır. İlk uygulama meyveler 10 mm çapa ulaştığı dönemde (tam çiçeklenmeden 16-21 gün sonrası) yapılmıştır.

Pro-Ca (Regalis, BASF): 75+50 ppm Pro-Ca üç hafta aralıkla uygulanmıştır. İlk uygulama petaller döküldüğü dönemde yapılmıştır.

Etefon (Efhun, AgroBestGroup): 100+100 ppm etefon üç hafta aralıkla uygulanmıştır. İlk uygulama meyveler 20 mm çapa ulaştığı dönemde (tam çiçeklenmeden 21-26 gün sonrası) yapılmıştır.

Yaprak örnekleri üç yıl süreyle yapılan uygulamaların ardından 2012 yılında Temmuz ayının son haftasında 3 tekerrürlü olarak alınmış ve analizler için hazırlanmıştır (Kacar ve İnal 2008). N analizi Kjeldahl yaş yakma metoduna göre; P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, B analizleri kuru yakma metoduna göre yapılmış ve okumalar ICP (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Perkin-Elmer Optima 2100 DV) cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Ryan et al. 2001). Toplam karbonhidrat analizlerinde Li ve Sayre (1975) tarafından geliştirilen ve Kaplankıran (1992) tarafından modifiye edilen antron yöntemi kullanılmıştır. C:N oranı, toplam C içeriğinin, N içeriğine oranlanmasıyla belirlenmiştir. Spad ölçümleri her tekerrürde 30 adet yaprakta olacak şekilde taşınabilir bir klorofil metre (Konica Minolta Chlorophyll Meter Spad-502 Plus, Osaka, Japan) cihazıyla saptanmıştır. Ölçümler öğleden sonra açık havada yapılmıştır.

Elde edilen veriler SAS-JMP 7.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında farklılık bulunan ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

BBD'lerin elma ağaçlarının yapraklarındaki makro element içeriklerine etkisi Mg hariç istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$) (Şekil 1). GA₃, GA₄₊₇ ve etefon yaprak içeriğindeki makro element seviyelerini etkilerken, Pro-Ca herhangi bir etki göstermemiştir. GA₃ (%2.35) ve GA₄₊₇ (%2.34)

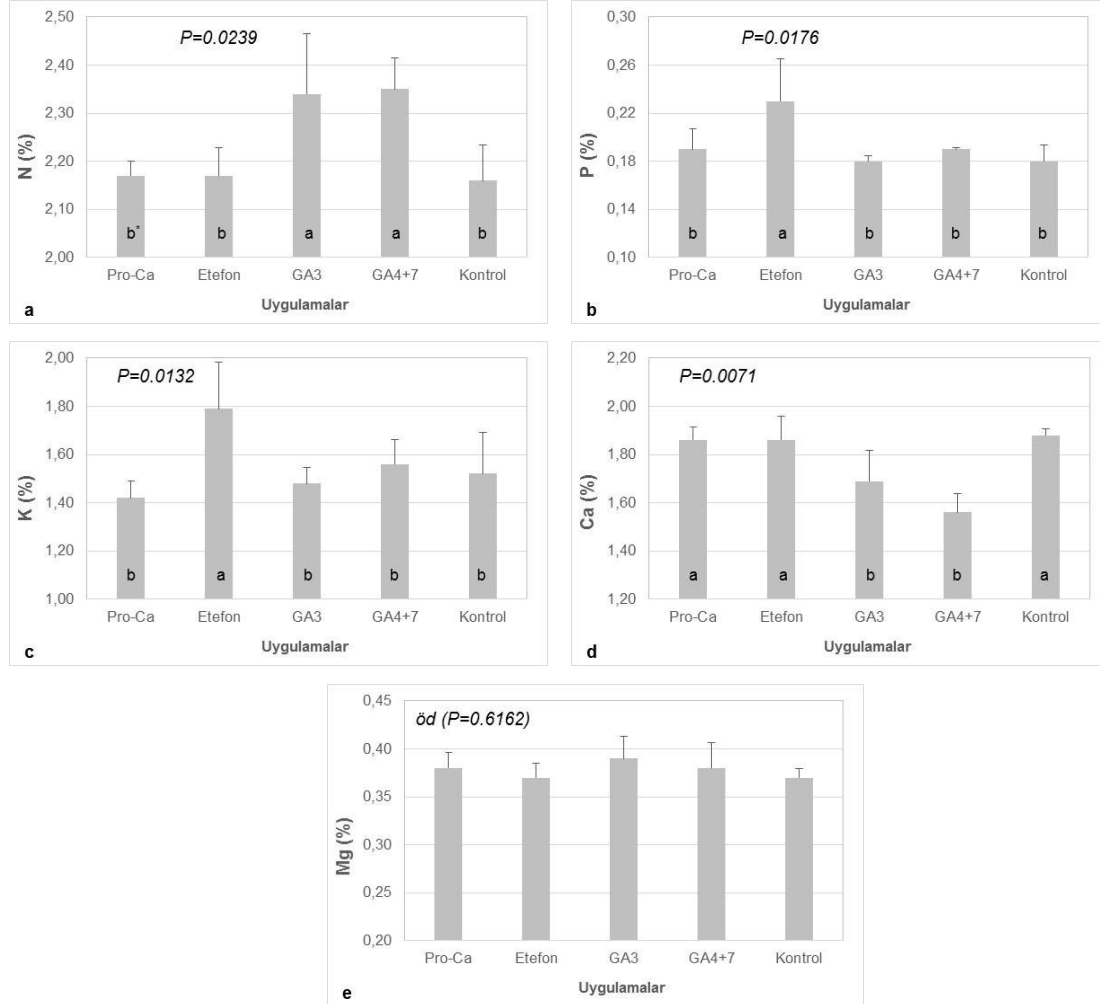
uygulamaları yapraklarda kontrole (%2.16) göre N içeriğini artırırken (Şekil 1a), Ca seviyesini azaltmıştır (Şekil 1d). Etefon uygulaması yaprakta P ve K seviyesinin artışına neden olurken N içeriğini kontrole göre değiştirmemiştir. Yapraklardaki Mg içeriği ise hiçbir uygulamadan etkilenmemiştir (Şekil 1e). Nitekim dışsal gibberellin uygulamaları vejetatif büyümeyi teşvik edebilmektedir (Wertheim and Webster 2005). Bu nedenle GA₃ ve GA₄₊₇ uygulamaları sonucu yapraklardaki N seviyesi artışının sürgün büyümesini de olumlu etkileyerek ağaçlarda vejetatif gelişmeyi teşvik edebileceği söylenebilir. Medjdoub ve ark. (2004) Pro-Ca ve etefon'un elmalarda vejetatif gelişimin kontrolünde önemli avantajlar sağladığını belirtmişlerdir. Ancak araştırmada Pro-Ca ve etefon uygulamaları sonucu yapraklardaki N seviyesinin değişmemesi, bu kimyasalların vejetatif gelişimi kontrol etmesini başka etkilerle yapabildiğini ortaya çıkarmaktadır. Nitekim Pro-Ca bir gibberellin inhibitörü olarak büyümeyi engelleyici etki göstermektedir. (Rademacher and Kober, 2003), Etefon ise bitkide etilen oluşumuna neden olmakta ve muhtemelen sürgün uçlarındaki oksin miktarını azaltarak büyümeyi engellemektedir (Tromp 2005a).

Tam verim çağındaki elma ağaçlarında yaprak N seviyesinin %1.8-2.6 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Cheng and Schupp 2004; Hoying et al. 2004). Araştırma yapraklardan elde edilen N sonuçları bu değerlere uyum göstermiştir. Ancak yaprak N seviyesi %2.2'nin altına düştüğünde özellikle hassas çeşitlerde periyodisite eğiliminin arttığı bildirilmektedir (Hoying et al. 2004). Nitekim 'Golden Delicious' elmasında gibberellin uygulamaları periyodisiteyi hafifletmede başarılı bulunurken, Pro-Ca ve etefon uygulamalarının etkisi yetersiz bulunmuştur (Atay and Koyuncu 2016; Atay 2013).

Fosfor bitkilerin yapısına esasen, hücrenin enerji birimi olan ATP oluşumu sırasında katılmaktadır (Tromp 2005b). ATP sentezi için gerekli enerji de oksidatif fosforilasyonla elde edilmektedir. Etilen biyosentez yolu ve Yang

döngüsünde ATP'nin önemli fonksiyonlara sahip olduğu bilinmektedir (Karaçalı 2004). Nitekim metionin ve ATP'den sentezlenen S-adenozilmetionin (AdoMet) etilen biyosentezinin ara ürünüdür (Taiz ve Zeiger 2002). Araştırmada etefon uygulamasının P içeriğini arttırması (Şekil

1b) bu sonuçları doğrular niteliktedir. Kontrol, Pro-Ca, GA₃ ve GA₄₊₇ uygulamalarında ise P değeri açısından bir farklılık bulunmamaktadır. Bütün uygulamalarda P düzeyi elma yaprakları için belirtilen sınır değerler (%0.12-0.4) (Jones et al. 1991; Neilsen et al. 2008) arasında değişmiştir.



*: Aynı şekilde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$) (Ort \pm SS)

öd: Aynı şekilde yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$) (Ort \pm SS)

Şekil 1. BBD uygulamalarının 'Golden Delicious' elmasında yaprakların makro element içeriklerine etkisi (%) a) N, b) P, c) K, d) Ca, e) Mg

Figure 1. Effects of PGR treatments on macro elements in 'Golden Delicious' apple leaves (%) a) N, b) P, c) K, d) Ca, e) Mg

İyi bir renklenme ve depo performansı için elma yapraklarındaki K seviyesinin %1.4-1.8 arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Hoying et al. 2004). Denemede K içeriği bütün uygulamalarda ideal sınırlar içerisinde olmakla birlikte, etefon uygulamasında (%1.79), kontrole ve diğer uygulamalara kıyasla daha yüksektir

(Şekil 1c). Bununla birlikte optimum K seviyesi yapraklardaki N ile K arasındaki dengeye de bağlıdır. Bitkiler oransal olarak yüksek N ve düşük K içeriğine sahip olduklarında patojen saldırılarının arttığı belirlenmiştir (Bergmann 1992) ve 'Golden Delicious' gibi N isteği yüksek olan çeşitlerde N/K oranının 1.25:1 ile 1.5:1

civarında olması istenmektedir (Anonymous 2006). Bizim çalışmamızda da N/K oranı bu sınır değerler arasında değişmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılık ise istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. BBD uygulamalarının ‘Golden Delicious’ elmasında yaprakların N/K, K/Ca ve K/Mg oranlarına etkisi

Table 2. Effects of PGR treatments on N/K, K/Ca and K/Mg ratio in ‘Golden Delicious’ apple leaves

Uygulamalar	N/K	K/Ca	K/Mg
Pro-Ca	1.53 ± 0.06	0.80 b* ± 0.05	3.75 b ± 0.33
Etefon	1.24 ± 0.17	0.96 a ± 0.10	4.78 a ± 0.60
GA ₃	1.58 ± 0.11	0.88 ab ± 0.03	3.81 b ± 0.06
GA ₄₊₇	1.53 ± 0.11	0.95 a ± 0.15	4.09 b ± 0.54
Kontrol	1.47 ± 0.23	0.81 b ± 0.08	4.00 b ± 0.47
<i>P</i>	<i>öd</i> (0.0913)	0.0458	0,0200

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$) (Ort±SS)

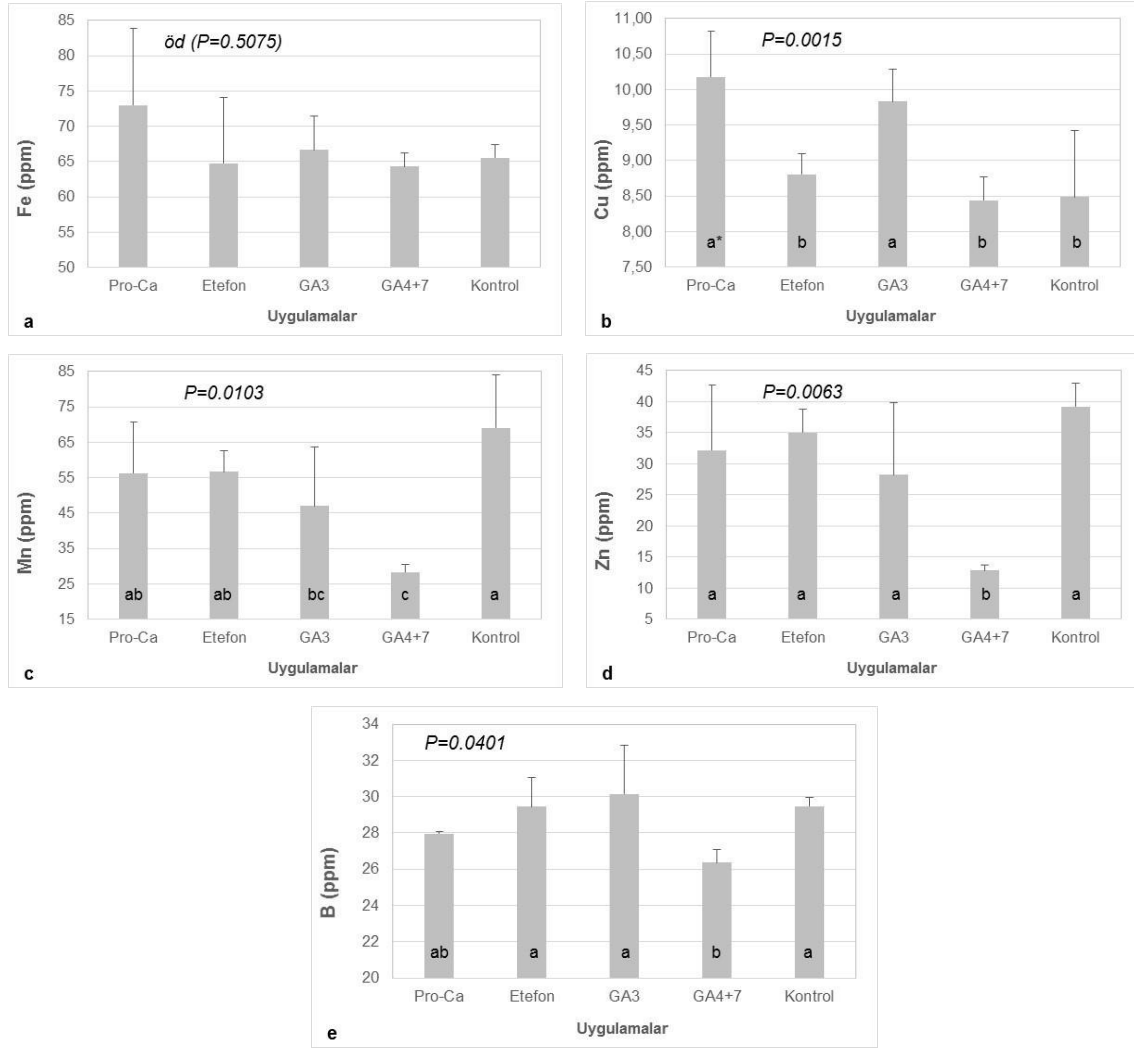
öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$) (Ort±SS)

Gibberellin uygulamalarında, kontrole ve diğer uygulamalara kıyasla daha düşük Ca içeriği saptanmıştır (Şekil 1d). Vejetatif gelişimi teşvik eden uygulamaların bitkideki Ca içeriğini olumsuz etkilediği bilinmektedir. Meyve büyümesi ve gelişimi süresince gibberellinlerin yüksek seviyesi ksilem fonksiyonunu, kalsiyum alınımlarını ve zar geçirgenliğini değiştirebilmektedir (Saure 2005). Dolayısıyla gibberellinlerin dışsal olarak uygulanması kalsiyum birikimini önleyebilmekte ve acı benek gibi bozuklukların oluşumunu tetikleyebilmektedir. Nitekim yüksek GA₄₊₇ dozlarının özellikle meyvenin daha az olduğu yıllarda acı benek oluşumunu arttırabileceği ifade edilmektedir (Atay ve Koyuncu 2015). Elmalarda K/Ca oranının yüksekliği de acı benek oluşumunu arttırmaktadır (Karaçalı 2004). Çalışmada gibberellin uygulamalarının K/Ca oranını arttırması (Çizelge 2) bu teze dayanak sağlamaktadır. Elmalarda sürgün gelişimi, ürün yükü, meyve iriliği, tohum sayısı, N ve Ca içeriği gibi faktörler arasında kompleks bir ilişki bulunmakta ve gibberellin uygulamaları, bütün bu faktörleri etkileyerek meyvenin Ca içeriğini değiştirebilmektedir.

Uygulamaların yaprakta biriken Mg seviyesini etkilemediği tespit edilmiştir (Şekil 1e). Bitkilerin K içeriği arttıkça Mg’a olan gereksinimleri de artmaktadır (Bergmann 1992). K/Mg oranının 4 ve üzerinde olmasının, yaprakta Mg içeriğinin yetersiz olduğu göstermektedir (Hoying et al. 2004). Bu dengeye göre K içeriği, diğerlerine kıyasla daha yüksek olan etefon uygulamasında K/Mg oranı 4.78 civarında olup Mg eksikliği söz konusudur (Çizelge 2). Bu durum etefon uygulamasının yaprakta Mg eksikliğine neden olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla etefon uygulamalarında Mg gübrelemesine özen gösterilmesi gerekebilir.

Mikro besin elementleri bitkide çok düşük miktarda bulunsalar da verim ve kalitenin korunmasında önemli fonksiyonlara sahiptirler.

Bazı enzimlerin yapısında yer alırken pek çok enziminde aktive edilmesinde ve fotosentezde görev alırlar (Tromp 2005b). BBD uygulamaları Fe haricinde diğer mikro element içerikleri üzerine etkili olmuştur (Şekil 2).



*: Aynı şekilde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$) (Ort \pm SS)
 öd: Aynı şekilde yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$) (Ort \pm SS)

Şekil 2. BBD uygulamalarının 'Golden Delicious' elmasında yaprakların mikro element içeriklerine etkisi (ppm) a) Fe, b) Cu, c) Mn, d) Zn, e) B

Figure 2. Effects of PGR treatments on micro elements in 'Golden Delicious' apple leaves (ppm) a) Fe, b) Cu, c) Mn, d) Zn, e) B

Çalışmada en yüksek Cu içeriği Pro-Ca (10.18 ppm) ve GA₃ (9.83 ppm) uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 2b). Etefon (8.81 ppm) ve GA₄₊₇ (8.44 ppm) uygulamasının Cu içeriği kontrolle (8.49 ppm) benzer düzeylerde kalmıştır. Bakır içerikleri sınır değerleriyle (Jones et al. 1991) kıyaslandığında, uygulamalar bazında toksitite veya noksanlık bulunmamaktadır.

Elma yapraklarındaki Mn seviyesi 25 ppm'in altına düştüğünde Mn eksik olarak değerlendirilmektedir (Peterson et al. 1994).

Çalışmada en yüksek Mn içeriği kontrolde (69.08 ppm), en düşük ise GA₄₊₇ uygulamasında (28.30 ppm) tespit edilmiştir (Şekil 2c). Uygulamalar bazında bazı farklılıklar söz konusu olsa da, genel olarak Mn beslenmesi açısından bir problem görülmemiştir.

GA₄₊₇, uygulaması yapraklardaki Zn seviyesini azaltırken (12.85 ppm), diğer uygulamalar Zn seviyesini etkilememişlerdir. Diğer uygulamalardaki Zn seviyesi 28.23-39.22 ppm arasında değişmiştir (Şekil 2d). Elma yapraklarında çinko içeriği 20 ppm'den daha

düşük ise eksik olarak değerlendirilmektedir (Uçgun ve Akgül 2011). Bununla birlikte yaprakların Zn miktarının değerlendirmesinde P/Zn oranının önemli olduğu ve bu oran 150'den daha büyükse, Zn'nun eksikliğinin söylenebileceği ifade edilmektedir (Hoying et al. 2004). Çalışmada GA₄₊₇ uygulamasının P/Zn oranı 140 civarında olup tam olarak bir eksiklik tespit edilmemiştir. Ancak uzun dönem GA₄₊₇ uygulamalarında Zn beslenmesine dikkat edilmesi gerekebileceği düşünülmektedir.

Sadece GA₄₊₇ uygulaması yaprakta B birikimini azaltırken, diğer uygulamalar B seviyesine önemli etki etmemiş ve elma için ideal değerler olan 28.00-30.14 ppm arasında değişmiştir (Şekil 2e). Nitekim 20 ppm ve altı elma yapraklarında borun eksiklik sınırı olarak kabul edilmektedir (Aktaş ve Ateş 1998).

Çalışmada C içeriği ve C:N değerlerinin, uygulamalara göre istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. BBD uygulamalarının 'Golden Delicious' elmasında yapraktaki C, C:N ve Spad değeri üzerine etkileri

Table 3. Effects of PGR treatments on C, C:N and Spad value in 'Golden Delicious' apple leaves

Uygulamalar	C (%)	C:N	Spad
Pro-Ca	10.26 ± 0.76	4.72 ± 0.42	46.5 bc* ± 6.72
Etefon	9.89 ± 1.58	4.56 ± 0.86	49.3 a ± 4.25
GA ₃	11.14 ± 1.67	4.74 ± 0.43	44.6 c ± 2.81
GA ₄₊₇	11.12 ± 0.34	4.74 ± 0.02	47.2 ab ± 3.82
Kontrol	8.13 ± 1.83	3.74 ± 0.73	48.7 ab ± 5.81
P	öd (0.0714)	öd (0.1479)	0.0022

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05) (Ort±SS)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05) (Ort±SS)

Bununla birlikte gibberellin uygulamalarının en yüksek C ve C:N değerlerini aldığı dikkat çekmiştir. Nişasta ve şekerlerden oluşan karbohidratların büyük bir kısmı, takip eden ilkbaharda yeni dokuların büyümeleri için kullanılmaktadır. Uzun yıllar boyunca yüksek C:N oranının elmalarda çiçeklenmeyi teşvik ettiği düşünülmüştür (Manakasem 2004). Fakat besin elementi miktarı belli bir eşik seviyeye ulaştıktan sonra çiçek oluşumu için sınırlayıcı bir faktör olarak görülmemiş ve 1970'lerde çiçeklenmenin büyük oranda hormonal bir kontrol mekanizmasına sahip olduğu öngörülmüştür (Buban and Faust 1982). Ancak vejetatif gelişim açısından karbohidratların ve besin elementlerinin önemi çok iyi bilinmektedir. Ayrıca besin elementlerinin Antep fıstığı, pıkan cevizi ve bazı tropik meyve türlerinde hormon dengesini etkileyerek çiçeklenmede de etkili olduğu yönünde öngörüler mevcuttur (Conner and Worley 2000; Spann et al. 2008; Potchanasin et al. 2009). Çalışmada bütün uygulamalarda spad değerleri (44.6-49.3) birbirlerine oldukça yakın

olmasına rağmen (Çizelge 3) aradaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur. En yüksek spad değeri etefon, en düşük ise GA₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Genel olarak yüksek spad değeri, yüksek besin rezervlerine işaret etmektedir (Taiz and Zeiger 2002).

4. Sonuç

Sonuç olarak; uzun dönem BBD uygulamalarının elmalarda mineral madde içeriğini önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Gibberellin uygulamaları ağaçların N içeriklerini arttırırken, Ca içeriklerini azaltmıştır. Etefon uygulaması ise bitkilerin P ve K içeriğini arttırmıştır. Bununla birlikte etefon uygulamasında artan K içeriği K/Mg oranını arttırarak, Mg eksikliğine yol açabileceği tespit edilmiştir. Bir gibberellin inhibitörü olan Pro-Ca uygulamaları yapraklardaki besin elementlerinin değişimi üzerine etkisiz olmuştur. Uygulamalar makro elementler üzerine daha fazla etki etmiştir. Ancak mikro elementler üzerine olan etkiler yaprakta olması gereken ideal sınırların içerisinde

kalmıştır. Uygulamalar C/N dengesine üzerine önemli etki göstermemiştir. Araştırma sonuçları BBD'lerin yapraklardaki bazı elementlerin birikimine olumlu veya olumsuz etki edebilmesi nedeniyle uygulamalarda bunların dikkate alınması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Kaynaklar

- Aktaş M ve Ateş M (1998). Bitkilerde Beslenme Bozuklukları, Nedenleri ve Tanımları. Engin Yayınevi, Ankara, 247s.
- Anonymous (2006). Fertilizing apples, Spectrum Analytic Inc., Washington, p.23.
- Atay AN (2013). Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin 'Golden Delicious' Elmasında Çiçeklenme Düzensizliği, Verim ve Vegetatif Gelişime Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora tezi, Isparta, 123s.
- Atay AN ve Koyuncu F (2015). Bitki büyüme düzenleyici uygulamalarının 'Golden Delicious' elmasında acı benek ve pas gelişimi üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences, 21: 516-524.
- Atay AN ve Koyuncu F (2016). Manipulating regular bearing in 'Golden Delicious'/M9 apple trees using GA₄₊₇ and ethephon. International Journal of Fruit Science, 16 (1): 10-22.
- Bergmann W (1992). Nutritional disorders of plants, development, visual and analytical diagnosis, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, p. 741.
- Buban T and Faust M (1982). Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. Horticultural Reviews, 4:174-203.
- Cheng L and Schupp J (2004). Nitrogen fertilization of apple orchards. New York Fruit Quarterly 12(1): 22-25.
- Conner PJ and Worley RE (2000). Alternate bearing intensity of pecan cultivars. HortScience, 35(6): 1067-1069.
- Duyvelshoff CRA (2011). Plant bioregulator strategies to alleviate biennial bearing, enhance precocity and control vegetative growth of "Northern Spy" apple trees. The University of Guelph, M.Sc. Thesis, 142p, Ontario.
- Hoying S, Fargione M and Iungerman K (2004). Diagnosing apple tree nutritional status: leaf analysis interpretation and deficiency symptoms. New York Fruit Quarterly, 12(11): 6-19.
- Jones Jr, Wolf JB and Milis HA (1991). Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-macro Publishing, Georgia, p. 213.
- Kacar B ve İnal A (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, , 891 s., Ankara.
- Karaçalı İ (2004). Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 494, İzmir, 472s.
- Kaplankıran M (1992). Bitki dokularında karbonhidrat analizleri için spektrofotometrik yöntemler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (3): 167-176.
- Li PH and Sayre KD (1975). The protein, non-protein and total N in *Solanum tuberosum* ssp. and *igena* potatoes. American Potato Journal, 52: 341-350.
- Manakasem Y (2004). Physiology of flowering and fruit setting. School of crop production technology, Institute of Agricultural, Suranaree University of Technology, <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/2032> Erişim Tarihi: 10.08.2012.
- Medjdoub R, Val J and Blanco A (2004). Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of 'Smoothie Golden Delicious' apple trees. Scientia Horticulturae, 101(3): 243-253.
- Neilsen GH, Neilsen D, Toivonen P and Herbert L (2008). Annual bloom-time phosphorus fertigation affects soil phosphorus, apple tree phosphorus nutrition, yield, and fruit quality. HortScience, 43 (3): 885-890.
- Peterson AB, Robert G and Stevens D (1994). Tree fruit nutrition. Published by Good Fruit Grower. p. 211, Yakima, Washington.
- Petracek PD, Silverman FP and Greene DW (2003). A history of commercial plant growth regulators in apple production. HortScience, 38: 937-942.
- Potchanasin P, Sringarm K, Naphrom D and Bangerth KF (2009). Floral induction in longan (*Dimocarpus Longan*, Lour.) trees IV. The essentiality of mature leaves for potassium chlorate induced floral induction and associated hormonal changes. Scientia Horticulturae, 122: 312-317.
- Rademacher W and Kober R (2003). Efficient use of prohexadione-Ca in pome fruits. European Journal of Horticultural Science, 68(3): 101-107.
- Ryan J, Estafan G and Rashid A (2001). Soil and Plant Analysis Laboratory Manual (Second Edition). ICARDA and NARS, Aleppo, Syria.
- Saure MC (2005). Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. Scientia Horticulturae, 105: 65-89.
- Spann TM, Beede RH and Dejong TM (2008). Seasonal carbohydrate storage and mobilization in bearing and non-bearing pistachio (*Pistacia Vera*) trees. Tree Physiology, 28: 207-213.
- Taiz L and Zeiger E (2002). Plant Physiology. Sinauer Associates Inc Publishers, p. 690, Massachusetts.
- Tromp J (2005a). Flower bud formation (204-215). In: Tromp, J, Webster AD, Wertheim SJ (Ed.): Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. Backhuys Publishers, Leiden.
- Tromp J (2005b). Mineral nutrition (55-64). In: Tromp, J, Webster AD, Wertheim SJ (Ed.): Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. Backhuys Publishers, Leiden.
- Uçgun K ve Akgül H (2011). Gübreleme. Akgül H, Kaçal E, Öztürk F., Özogun Ş, Atasay A, Öztürk G (Ed.). Elma kültürü. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayın No: 37, Isparta.
- Wertheim SJ and Webster AD (2005). Manipulation of growth and development by plant bioregulators (267-294). In: Tromp J, Webster AD, Wertheim SJ (Ed.): Fundamentals of temperate zone tree fruit production. Backhuys Publishers, Leiden.