



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Bitki Büyüme Düzenleyici Uygulamalarının Golden Delicious Elmasında Acı Benek ve Pas Gelişimi Üzerine Etkileri

Ayşe Nilgün ATAY^a, Fatma KOYUNCU^b

^aMeyvecilik Araştırma Enstitüsü, Eğirdir, Isparta, TÜRKİYE

^bSüleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Sorumlu Yazar: Ayşe Nilgün ATAY, E-posta: nilguntuncer@hotmail.com, Tel: +90 (246) 313 24 20

Geliş Tarihi: 29 Ekim 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 26 Eylül 2014, Kabul: 08 Ekim 2014

ÖZET

Pas ve acı benek oluşumu elmalarda ciddi kalite kaybına ve meyvenin ticari değerinin azalmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, M9 anacına aşıllı Golden Delicious çeşidinde GA₄₊₇, GA₃, ProCa ve etefon uygulamalarının pas ve acı benek oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, 2010 ile 2012 yılları arasında üç yıl süreyle her yıl aynı uygulamalar yapılmış ve hasattan sonra meyvelerdeki pas ve acı benek oluşumu hem skala değerlerine göre hem de yüzde olarak hesaplanmıştır. GA₄₊₇'nin pas oluşumunun kontrolünde çok etkili olduğu, 2010, 2011 ve 2012 yıllarında pas oluşumunun minimum seviyede kaldığı ve skala değerlerinin sırasıyla 1.07, 1.11 ve 1.11 olduğu belirlenmiştir. Hasat zamanındaki paslı meyve oranı GA₄₊₇ uygulamasında % 6.7-11.1 arasında ve kontrolde ise % 44.4-93.3 arasında değişmiştir. Pas oluşumunun azaltılmasında GA₃ uygulaması GA₄₊₇'ye benzer başarılı sonuçlar sağlamıştır. Bununla birlikte yüksek GA₄₊₇ dozlarının özellikle meyvenin daha az olduğu yıllarda acı benek oluşumunu artırabileceği görülmüştür. ProCa ve etefon uygulamalarının pas ve acı benek üzerine herhangi bir etkisi bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Giberellin; ProCa; Etefon; Meyve kalitesi; Kalsiyum

Effects of Plant Growth Regulator Treatments on Bitter Pit and Russet Development in Golden Delicious Apple

ARTICAL INFO

Research Article

Corresponding Author: Ayşe Nilgün ATAY, E-mail: nilguntuncer@hotmail.com, Tel: +90 (246) 313 24 20

Received: 29 October 2013, Received in Revised Form: 26 September 2014, Accepted: 08 October 2014

ABSTRACT

Development of russet and bitter pit on apple fruits causes serious loss of quality and a decrease of commercial value. In this study, effects of GA₄₊₇, GA₃, ProCa and ethephon treatments on russet and bitter pit incidence in Golden Delicious cultivar grafted on M9 rootstock was determined. The same treatments were applied to the same experimental trees between 2010 and 2012. Russet and bitter pit severity in the fruits was evaluated based on the scale values as well as a percentage after harvest. GA₄₊₇ treatment was very effective on controlling russet formation that russetting was very

low as 1.07, 1.11 and 1.11 in 2010, 2011 and 2012, respectively. The rate of rusty fruit was between 6.7% and 11.1% in GA_{4+7} , and between 44.4% and 93.3% in the control. GA_3 treatment gave successful results in reduction of russet as GA_{4+7} . However, higher doses of GA_{4+7} may increase the formation of bitter pit especially in the years with low crop load. ProCa and ethephon treatments had no effect on russet and bitter pit development.

Keywords: Gibberellin; ProCa; Ethephon; Fruit quality; Calcium

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Meyve kalitesi; irilik, renk, tekstür, tat, aroma, şekil, depo ve raf ömrü gibi unsurları içeren kompleks bir özellik olup genetik, kültürel ve çevresel faktörler tarafından belirlenmektedir (Herker et al 2008; Atay et al 2010). Büyüme düzenleyici maddelerin seviyesi, meyvedeki pas oluşumunu ve kalsiyum miktarını, taşınımını ve acı benek gibi fizyolojik bozuklukları önemli düzeyde etkileyebilmektedir.

Elmada pas oluşumu, meyve kalitesinin düşmesine ve ciddi ekonomik kayıpların oluşmasına neden olmaktadır (Cummins et al 1977). Kültürel ve çevresel faktörler (Michailides 1991) ile pestisitler (Taylor 1978) elmada pas oluşumunu tetikleyen önemli faktörlerdir. Elma çeşitlerinin pasa hassasiyeti oldukça farklıdır (Kirby & Bennett 1967) ve Golden Delicious grubu genellikle pasa hassas olarak bilinmektedir. Pas, tam çiçeklenmeden sonraki 40-45 günlük süre içerisinde epidermal hücrelerin zarar görmesi sonucunda salgılanan fellojenin oluşturduğu kuru yaprak renginde kaba bir yüzey olarak tanımlanmaktadır (Ashizawa et al 2005). Gibberellik asidin (GA) 4 ve 7 nolu tiplerinin birlikte (GA_{4+7}) uygulanmasıyla elmalarda paslanmanın büyük ölçüde azaldığı Taylor (1978) tarafından keşfedilmiş ve sonrasında paslanmanın kontrolünde ciddi bir ilerleme sağlanmıştır (Looney et al 1992; Wertheim & Webster 2005). GA_{4+7} karışımları % 50 oranında GA_4 ve GA_7 içermektedir. GA_4 'ün GA_7 ve GA_{4+7} 'ye göre pas oluşumunu azaltmada çok daha etkili olduğu bildirilmiş (Wertheim 1982; Greene 2003) ve bu nedenle % 50'den daha fazla (% 75-95) GA_4 içeren karışımlar geliştirilmiştir. Ancak bunların etkilerinin standart

karışımlarla aynı olduğu yönünde bazı sonuçlar alınmıştır (Wertheim & Balkhoven-Baart 1996). GA_{4+7} dışında GA_3 ve GA_1 'inde pas oluşumunun engellenmesinde başarılı olabildiği belirtilmektedir (Wertheim 1982). Ancak GA_3 'ün etkinliği düşüktür ve GA_1 'in ise şu an için ticari ulaşılabilirliği bulunmamaktadır (Wertheim & Webster 2005). Ayrıca $BA+GA_{4+7}$ karışımları da pas oluşumunu azaltmakla birlikte bu etki GA_{4+7} 'ye göre çok daha az olmaktadır (Steenkamp & Westraad 1988).

Acı benek, meyvelerde kalite kayıplarına ve ticari değer azalmasına neden olan önemli bir fizyolojik bozukluktur ve kalsiyum ile ilişkilidir (Saure 2001). Bazı yıllarda % 15'den fazla ürün kayıplarına neden olan acı beneğin kontrolü üzerinde uzun yıllardan beri çalışılmaktadır (Vang-Petersen 1980; Ferguson & Triggs 1990; Mitcham 2008). Elmada acı beneğin mekanizmasının ve kontrolünün, başta giberellinler olmak üzere hormonal kontrol temeline dayandığı öne sürülmüştür (Saure 2005). Meyve büyümesi ve gelişimi süresince yüksek giberellin seviyesi ksilem fonksiyonunu, kalsiyum alımını ve zar geçirgenliğini değiştirmektedir (Saure 2001). Gibberellik asit biyosentezini azaltan ya da içsel GA antagonisti maddeleri uyararak GA 'ları baskı altına alan bileşikler fizyolojik olarak meyvelere kalsiyum taşınımını teşvik etmektedir. Azot miktarının azaltılması, kısıtlı sulama, kök budaması, yüksek ürün yükü ve paclobutrazol gibi büyümeyi inhibe eden uygulamalar içsel GA biyosentezini azaltan faktörler arasında yer almaktadır (Greene 1991). Bir giberellin inhibitörü olan prohexadione-calcium (ProCa)'nın da bazı çeşitlerde meyvelerin kalsiyum içeriğini artırarak acı benek oluşumunu azalttığı ifade edilmektedir (Schwallier 2009). Genellikle elmalarda seyreltici

(Wertheim & Webster 2005) veya kırmızı renkli çeşitlerde renk gelişimini teşvik edici (Whale et al 2008; Atay et al 2012) olarak kullanılan etefon, pH'sı 5'in üzerindeki sulu çözeltilerde ayrışarak etilen oluşturmaktadır. Etilenin pas ve acı benek mekanizmasında açık bir etkisi olmadığı belirtilmekle birlikte etilenin bitkilerde birçok fizyolojik olayı etkilediği bilinmektedir (Abeles et al 1992). Bu çalışmada etefon uygulaması, aynı ağaçlar üzerinde uzun dönem uygulanan etilenin fizyolojik bozukluklar üzerine olan etkilerinin incelenmesi için dâhil edilmiştir.

Bu çalışma ile ülkemiz elma üretiminde ticari kullanımı söz konusu olan bitki büyüme düzenleyici maddelerden GA₄₊₇, GA₃, ProCa ve etefon'un, Golden Delicious çeşidinin meyvelerinde pas ve acı benek oluşumu üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

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. Deneme yerine ait iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) alınmış ve Çizelge 1'de sunulmuştur. Çalışmada 3.5 x 1 m aralıklarla dikilmiş M9 anacına aşılı, 2010 yılında 5 yaşında olan, tam verim çağındaki Golden Delicious elma çeşidinin üniform yapıdaki ağaçları kullanılmıştır. Her yıl aynı ağaçlara aynı uygulamalar yapılmıştır. Deneme alanı damla sulama sistemiyle sulanmış ve toprak analiz sonucuna göre fertigasyon yöntemiyle gübrelenmiştir. Yabancı ot kontrolü ve ilaçlama gibi bütün kültürel işlemler rutin olarak yapılmıştır.

Çizelge 1- Çalışmanın yürütüldüğü alana ait bazı iklim verileri (MGM 2013)

Table 1- Meteorological data for the experimental area (MGM 2013)

Meteorolojik parametreler	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2010													
Ortalama sıcaklık (°C)	4.6	6.0	8.9	11.4	16.4	18.7	24.1	25.6	20.1	13.0	10.3	6.7	13.8
Ortalama nispi nem (%)	84.1	81.1	65.5	66.1	63.1	65.1	57.1	47.2	58.1	75.0	46.0	84.7	66.1
Aylık toplam yağış (mm)	123.0	261.9	33.4	54.2	27.6	50.3	2.5	1.7	8.3	106.2	48.6	159.6	877.3
2011													
Ortalama sıcaklık (°C)	3.4	3.6	6.1	10.2	14.1	18.6	24.3	24.1	19.6	11.2	4.6	2.7	11.9
Ortalama nispi nem (%)	84.5	81.6	75.5	75.2	72.7	60.8	41.0	52.3	54.2	72.8	68.5	84.3	68.6
Aylık toplam yağış (mm)	53.0	87.9	53.3	95.6	67.8	20.6	0.0	8.3	4.5	133.4	0.6	144.2	669.2
2012													
Ortalama sıcaklık (°C)	0.3	-0.1	5.1	12.6	15.1	22.8	25.8	23.7	20.0	14.6	9.4	5.5	12.9
Ortalama nispi nem (%)	87.2	83.4	69.9	65.1	75.1	51.6	48.6	48.6	52.6	75.4	83.1	86.2	68.9
Aylık toplam yağış (mm)	148.0	88.6	20.8	53.2	107.4	18.1	0.8	34.6	16.4	38.8	25.9	70.3	622.9
Uzun yıllar (1984-2012)													
Ortalama sıcaklık (°C)	1.9	2.6	6.1	10.8	15.8	20.6	23.8	23.2	18.5	13.0	7.0	3.4	12.2
Ortalama nispi nem (%)	76.6	73.4	68.9	66.0	63.1	56.8	53.3	56.1	60.6	68.2	74.8	77.8	66.3
Aylık toplam yağış (mm)	109.8	108.5	90.9	80.0	48.4	18.3	10.5	8.6	21.3	45.1	89.5	141.1	772.0

2.2. Uygulamalar

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

GA₄₊₇ Uygulaması: Tam çiçeklenmeden 16-21 gün sonra meyveler 10 mm çapa ulaştığında 150 mg L⁻¹ GA₄₊₇ (Novagib, Fine Agrochemicals Ltd) uygulaması yapılmıştır.

GA₃ Uygulaması: Tam çiçeklenmeden 16-21 gün sonra meyveler 10 mm çapa ulaştığında 150 mg L⁻¹ GA₃ (Florgib, Sumitomo Corporation) uygulaması yapılmıştır.

ProCa Uygulaması: Taç yaprakların döküldüğü dönemde 75 mg L⁻¹ ProCa (Regalis, BASF) uygulaması yapılmıştır.

Etefon (etilen) Uygulaması: Tam çiçeklenmeden 21-26 gün sonra, meyveler 20 mm çapa ulaştığı dönemde 100 mg L⁻¹ etefon (Efhun, AgroBest Group) uygulaması yapılmıştır.

Büyüme düzenleyici maddeler ilk uygulamadan 3 hafta sonra aynı dozda tekrar uygulanmıştır. Ancak ProCa'nın ikinci uygulamasında 50 mg L⁻¹ dozu kullanılmıştır. Uygulamalar çözelti içine % 0.1 oranda yayıcı yapıştırıcı (Tween 20) ilave edilerek ağaçta iyi bir kaplama sağlanacak şekilde sırt pompasıyla yapılmıştır. ProCa'nın sert sulara aşırı hassasiyet göstermesi nedeniyle sadece ProCa uygulamalarında suyun pH'sı 4.5-5'e ayarlanmıştır.

2.3. Analizler

Meyvelerin hasadı, nişasta miktarı (skala değeri 3-5), tam çiçeklenmeden sonraki gün sayısı (135-155 gün) ve meyve eti sertliği (6-7 kg) gibi ölçütler esas alınarak yapılmıştır. Pas ve acı benek oluşumunun belirlenmesinde her tekerrür için 15 adet meyve kullanılmıştır.

Pas oluşumu: Meyvelerdeki pas oluşumu Buban (2001) tarafından bildirilen skala (1-5) yardımıyla belirlenmiştir. Skalada değerler; 1= Passız, 2= Meyve yüzeyinin % 30'undan az, 3= % 31-% 60 arası, 4= % 61'den fazla, 5= Tamamen pasla kaplı şeklindedir (Şekil 1). Ayrıca hasat zamanında pas oluşumu görülen meyvelerin oranı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1- Golden Delicious çeşidinde meyve yüzeyinde pas oluşumu skala değerleri; 1, passız; 2, < % 30; 3, % 31-% 60; 4, % 61>; 5, tamamen paslı (orjinal)

Figure 1- Russeting evaluation scale in Golden Delicious apple; 1, no russet; 2, <30%; 3, 31- 60%; 4, 61%>; 5, completely covered

Acı benek: Meyvelerde acı benek oluşumu Rudell et al (2005) tarafından bildirilen 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Skala değerleri, acı benek oluşumunun meyve yüzeyinde kapladığı alana göre 1= % 1-25, 2= % 26-50, 3= % 51-75 ve 4= % 76-100 belirlenmiştir. 0= acı benek oluşmamış meyveler için kullanılmıştır. Acı benek oluşumu görülen meyvelerin oranı ise % olarak hesaplanmıştır. Depolama sonrası acı benek oluşumunun tespit edilebilmesi için meyveler 2010 yılında 0 °C sıcaklık ve % 90±5 oransal nem koşullarında 10 hafta süreyle depolanmış ve değişimler incelenmiştir.

Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 1 ağaç yer almıştır. Elde edilen veriler SAS-JMP 7.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır. Yüzde olarak alınan veriler analiz öncesinde açı transformasyonuna tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Büyüme düzenleyici madde uygulamalarının Golden Delicious çeşidinde pas oluşumu üzerine etkileri her üç yılda da istatistikî anlamda önemli bulunmuştur (P≤0.05) (Çizelge 2). Değerlendirme skalasında 1 değeri tamamen passız meyveleri ifade etmektedir. Kontrol uygulamasında skala değerleri 1.49 ile 2.02 arasında değişmiş ve önemli düzeyde pas oluşumu saptanmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü her üç yılda da çiçeklenme sonrasında gerçekleşen aşırı yağışların ve yüksek nemin (Çizelge 1) meyvelerde

pas oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir. Zira tam çiçeklenme tarihleri 2010, 2011 ve 2012 yıllarında sırasıyla 19 Nisan, 1 Mayıs ve 2 Mayıs tarihlerinde kaydedilmiş, özellikle 2011 ve 2012 yıllarında çiçeklenme dönemi ve sonrasına denk gelen Mayıs ayı için toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasını (48.4 mm) aşarak sırasıyla 67.8 mm ve 107.4 mm olarak gerçekleşmiştir. Benzer şekilde nispi nem miktarı da uzun yıllar ortalamasının çok üzerinde seyretmiştir.

GA₄₊₇ uygulanan ağaçların meyvelerinde pas skala değerleri 1.07 ile 1.11 arasında değişmiş ve üç yılda da kontrole göre minimum seviyede kalmıştır (Çizelge 2). Yıllara göre paslı meyve oranı % 6.7-11.1 olarak gerçekleşirken bu oran kontrolde daha yüksek (% 44-93) olmuştur. Benzer şekilde Eccher (1978), Looney et al (1992) ve Barandoozi & Talaie (2009) Golden Delicious çeşidinde GA₄₊₇ uygulamaları ile pas oluşumunun önemli düzeyde azaldığını, skala değerinin yaklaşık 1.7 ve paslı meyve oranının yaklaşık % 30 olduğunu bildirmiştir. Araştırmacıların düşük uygulama dozu (20-25 mg L⁻¹) nedeniyle bizim sonuçlarımıza göre daha düşük başarı elde ettiği düşünülmektedir. GA₄₊₇ uygulamaları meyve kabuğunun esnekliğini, epidermal ve hipodermal hücrelerin büyümesini artırabilmektedir. Böylece epidermis hücreleri arasındaki kutikuler tabakaların oluşumu azalmaktadır (Taylor et al 1985). Bu tabakalar epidermisteki dayanıksız noktalar olup GA₄₊₇ uygulamaları ile daha büyük hücreli ve daha düzenli bir epidermis oluşumu sağlanabilmektedir (Eccher 1978).

Pas oluşumunun kontrolünde GA₃'ün etkisi aynı dozlardaki GA₄₊₇'ye oranla daha düşük olarak bildirilmektedir (Taylor 1978). Ancak çalışmamızda kullanılan GA₃ dozu (toplam 300 mg L⁻¹) nispeten yüksek olduğu için paslılık indeksi GA₄₊₇'nininkine yakın olmuş ve aralarında istatistiki anlamda önemli fark bulunmamıştır (Çizelge 2). Bununla birlikte hasat edilen paslı meyve oranı GA₄₊₇'ye uygulamasında % 6.7-% 11.1 arasında olurken GA₃ uygulamasında daha yüksek (% 13.3-% 22.2) gerçekleşmiştir.

Çizelge 2- Bitki büyüme düzenleyici uygulamaların Golden Delicious elma çeşidinin meyve kabuğunda pas oluşumu üzerine etkileri

Table 2- Effects of plant growth regulator applications on russet formation on fruit skin in Golden Delicious apples

Uygulamalar	Pas skalası	Pas oranı
	(1-5)	(%)
2010		
Kontrol	1.58 a*	48.8 a
GA ₄₊₇	1.07 b	6.7 b
GA ₃	1.13 b	13.3 ab
ProCa	1.56 a	51.3 a
Etefon	1.62 a	54.3 a
LSD (P≤0.05)	0.19	1.4
2011		
Kontrol	2.02 a	93.3 a
GA ₄₊₇	1.11 c	11.1 c
GA ₃	1.18 c	17.8 c
ProCa	1.94 a	92.2 ab
Etefon	1.47 b	46.7 b
LSD (P≤0.05)	0.26	0.5
2012		
Kontrol	1.49 b	44.4 a
GA ₄₊₇	1.11 c	11.1c
GA ₃	1.22 c	22.2 b
ProCa	1.73 a	64.4 a
Etefon	1.44 b	44.4 a
LSD (P≤0.05)	0.20	0.7

*, sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

ProCa ve etefon uygulamaları giberellin uygulamalarının aksine pas oluşumunu azaltıcı bir etkisi göstermemiştir (Çizelge 2). Özellikle meyve yükünün fazla olduğu 2010 ve 2012 yıllarında paslı meyve oranı sırasıyla kontrolde % 48.8 ve % 44.4, ProCa uygulamasında % 51.3 ve % 64.4, etefon uygulamasında ise % 54.3 ve % 44.4 olarak tespit edilmiştir. 2011 yılında ise meyve yükü çok az olmuştur ve bu yılda kontrol ve ProCa uygulamalarında paslı meyve oranı % 90'lara ulaşmış, etefon uygulamasında ise yine % 50 civarında oluşmuştur. Medjdoub et al (2004)

ProCa uygulaması yapılan ağaçlar ile kontrol arasında meyvelerde pas oluşumu açısından önemli bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Bununla birlikte McArtney et al (2007) Golden Delicious çeşidinde ProCa uygulamasının giberellin uygulamaları kadar etkili olmasa da pas oluşumunu azalttığını bildirmiştir. ProCa'nın giberellin biyosentezini engelleyici etkisi ile paslanmanın azalması arasında önemli bir çelişki olduğu görülse de araştırmacılar bu durumu ProCa'nın giberellin mekanizması üzerindeki etkisi ile açıklamaktadır. ProCa esas olarak giberellinlerin biyosentezini sağlayan bazı enzimlerin aktivitesini bloke etmektedir (Nakayama et al 1992). Bu enzimlerden 2b-hydroxylase, GA₁ ve GA₄ gibi aktif giberellinlerin pasifize edilmesinden sorumludur (Rademacher & Kober 2003). ProCa uygulaması ile 2b-hydroxylase'ın bloke olması sonucunda içsel GA₄'ün inaktif forma dönüşmesi engellenmekte ve sonuç olarak GA₄ seviyesi yükselmektedir (McArtney et al 2007). Ancak söz konusu bu etkinin görülebilmesi için ProCa konsantrasyonunun 188 mg L⁻¹'den daha fazla olması ve en az 2-3 uygulamanın yapılması gerekmektedir (Miller 1998). Özellikle GA₄₊₇ ile birlikte yapılan çoklu ProCa uygulamalarının çok daha etkili olduğu ifade edilmekle birlikte (McArtney et al 2007) hücre bölünme oranında azalışa neden olmamak için düşük dozlu ProCa uygulamaları zorunlu görülmektedir (Greene 1999; Wertheim & Webster 2005). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda ProCa'nın 125 mg L⁻¹ konsantrasyonu kullanılmış ve 2 uygulama yapılmıştır. ProCa uygulaması yapılan dönem, taç yapraklarının döküldüğü ve hücre bölünmesinin en yoğun olduğu evre olup hasat zamanındaki meyve büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir (Karaçalı 2004).

Meyvelerde acı benek oluşumu 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada, 2010 ve 2011 yıllarında meyvelerde acı benek görülmüş ve uygulamaların etkisi istatistikî anlamda önemli bulunmuştur (P≤0.05) (Çizelge 3). Veriler GA₄₊₇ uygulamasının acı benek oluşumunda kontrole göre önemli bir artışa yol açtığını göstermektedir. Acı benek skala değeri ve yüzdesi GA₄₊₇ için 2010 yılında sırasıyla 0.20 ve % 15.5 olarak, 2011 yılında ise 0.56 ve % 53.3 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3- Bitki büyüme düzenleyici uygulamalarının Golden Delicious elma çeşidi meyvelerinde acı benek oluşumu üzerine etkileri

Table 3- Effects of plant growth regulator applications on bitter pit development in Golden Delicious apple fruits

Uygulamalar	Acı benek skalası (0-4)	Acı benek oranı (%)
2010		
Kontrol	0.00 b*	0.0 b
GA ₄₊₇	0.20 a	15.5 a
GA ₃	0.00 b	0.0 b
ProCa	0.00 b	0.0 b
Etefon	0.00 b	0.0 b
LSD (P≤0.05)	0.09	0.2
2011		
Kontrol	0.20 c	17.8 ab
GA ₄₊₇	0.56 a	53.3 a
GA ₃	0.42 ab	33.3 a
ProCa	0.21 c	18.8 ab
Etefon	0.04 c	4.4 b
LSD (P≤0.05)	0.29	1.8
2012		
Kontrol	0.00	0.0
GA ₄₊₇	0.00	0.0
GA ₃	0.00	0.0
ProCa	0.00	0.0
Etefon	0.00	0.0
LSD (P≤0.05)	öd	öd

*; sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P>0.05); ^{od}, önemli değil (P>0.05)

Kontrolde 2010 yılında acı benek görülmemiş, 2011 yılında ise skala değeri 0.20 ve acı benekli meyve oranı % 17.8 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Mitcham (2008), Granny Smith çeşidinde hasat zamanında kontrolde acı benek görülmediğini, GA₄₊₇ uygulamasında acı benekli meyve oranının yaklaşık % 4 olduğunu bildirmiştir. Giberellin uygulamalarının acı benek üzerine olan etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Meyve büyümesi ve gelişimi süresince giberellinlerin yüksek seviyesi ksilem fonksiyonunu, kalsiyum alımını ve zar geçirgenliğini değiştirebilmektedir

(Saure 2001; Atay et al 2013a). Böylece, fizyolojik olarak aktif rol oynayan giberellinlerin dışsal olarak uygulanması meyvelerdeki kalsiyum birikimini önleyebilmekte ve acı benek gibi bozuklukların oluşumunu tetikleyebilmektedir. Bununla birlikte birçok meyve türünde kalsiyum miktarı ve oksin konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki olduğu (Sorice et al 2011) ve kalsiyum taşınımının oksin taşınımı ile bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür (Bangerth 1976). Çalışmamızda giberellin uygulamaları sonucunda tohum sayısında azalma ve hızlı sürgün gelişmesi tespit edilmiştir (veriler sunulmamıştır) ki bu durumda oksin miktarının etkilendiği ve meyvenin kalsiyum alımının da engellendiği ya da azaldığı düşünülebilir. Öte yandan, elmalarda kalsiyum içeriği ile meyve büyüklüğü arasında negatif bir ilişki olduğu, meyve iriliği arttıkça her bir meyveye düşen kalsiyum miktarının da azaldığı bildirilmektedir (Broom et al 1998). Genel olarak, sürgün gelişimi, ürün yükü, meyve iriliği ve tohum sayısı gibi faktörler arasında kompleks bir ilişki bulunmakta ve giberellin uygulamaları, bütün bu faktörleri etkileyerek meyvenin kalsiyum içeriğini değiştirebilmektedir.

Çalışmamızda, GA₄₊₇ uygulaması dışında, diğer bütün uygulamalarda acı benek bozukluğunun sadece 2011 yılında görülmesi dikkat çekicidir. Deneme ağaçları 2011 yılında periyodisite döngüsüne göre yok yılına girmiştir. Nitekim Golden Delicious çeşidinin periyodisite eğilimi yüksektir (Atay et al 2013b; Lespinasse & Delort 1993). Periyodisitenin meyve kalitesi üzerine olan olumsuz etkilerinden birisi de yok yılında ağaçlardaki çok iri meyveler nedeniyle fizyolojik bozukluklardaki artıştır (Jonkers 1979). ProCa uygulamasında yalnızca 2011 yılında meyvelerde acı benek oluşmuş ancak kontrole yakın değerler elde edilmiştir. Bu yıl için skala değeri ve acı benekli meyve oranı kontrolde sırasıyla 0.20 ve % 17.8 iken ProCa uygulamasında sırasıyla 0.21 ve % 18.8 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yüksek giberellin seviyesinin kalsiyum alımını azaltıcı etkisine karşı, aktif GA biyosentezini kısıtlayan ya da onun hareketini baskı altına alan

ProCa gibi bütün faktörlerin kalsiyum hareketini teşvik edilebileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde Saure (2005) ve Mitcham (2008) giberellin seviyesini azaltıcı uygulamaların meyveye giden kalsiyum miktarını arttırdığını ve acı benek gibi fizyolojik bozuklukları önlediğini belirtmiştir. Ancak çalışmamızda, ProCa'nın acı benekli önleyici etkisi çok açık olarak tespit edilememiştir.

Acı benek oluşumu hasattan sonra depolama süresince de ortaya çıkabilmektedir. Özellikle hasattan sonraki ilk iki ay kritik bir dönem olarak bilinmektedir (Saure 2005). Çalışmamızda 2010 yılında depolama sonrasında acı benek oluşumu yalnızca GA₄₊₇ ve GA₃ uygulamalarında görülmüştür (Çizelge 4). Skala değeri ve acı benekli meyve oranı GA₄₊₇ için sırasıyla 0.36 ve % 28.9 iken, GA₃ için sırasıyla 0.38 ve % 33.3 olarak tespit edilmiştir. Mitcham (2008), Granny Smith çeşidinde depolama sonrası acı benekli meyve oranını kontrolde % 55, ProCa uygulamasında % 45 ve GA₄₊₇ uygulamasında ise % 60 olarak tespit etmiştir. Bu değerler bizim çalışmamıza göre oldukça yüksektir. Bunun, Granny Smith çeşidinin Golden Delicious çeşidine oranla acı benekli çok hassas olmasından (Mitcham 2008) veya yoğun bir acı benek zararı görülmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4- 2010 yılında 10 hafta süreyle 0 °C'de depolanan Golden Delicious elma çeşidi meyvelerinde depolama sonrası acı benek oluşumu

Table 4- Bitter pit incidence of Golden Delicious apple fruits stored at 0 °C for ten weeks in 2010

Uygulamalar	Acı benek skalası (0-4)	Acı benek oranı (%)
Kontrol	0.00 b	0.0 b
GA ₄₊₇	0.36 a	28.9 a
GA ₃	0.38 a	33.3 a
ProCa	0.00 b	0.0 b
Etefon	0.00 b	0.0 b
LSD (P≤0.05)	0.07	0.2

* , sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir (P>0.05)

4. Sonuçlar

GA₄₊₇ uygulamasının Golden Delicious elma çeşidinde pas oluşumunu azaltmakla birlikte yüksek GA₄₊₇ dozlarının özellikle meyvenin daha az olduğu yıllarda acı benek oluşumunu arttırabileceği tespit edilmiştir. Bu nedenle acı beneğe hassas çeşitlerde GA₄₊₇ uygulaması planlanırken ilave kalsiyum uygulaması yapılmalı ya da aşırı azotlu gübreleme ve tepe kesimlerinden kaçınmak gibi vegetatif gelişimi azaltıcı bazı önlemler alınmalıdır. GA₃ uygulaması da GA₄₊₇ uygulaması gibi başarılı sonuçlar vermiştir. Ekonomik açıdan, GA₃'ün uygulama maliyeti GA₄₊₇ uygulama maliyetinin yaklaşık onda biri kadardır ve maliyet etkinliği en yüksek uygulamadır. ProCa'nın acı beneği azaltıcı etkisi yeterince gözlenememiştir. İleriki çalışmalarda bu bozukluğun daha yoğun görüldüğü çeşitlerde çalışılması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2782-D-11 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abeles F B, Morgan P W & Saltveit M E (1992). Ethylene in Plant Biology. 2nd Ed. Academic Press, New York, pp. 414
- Ashizawa M, Horigome Y & Chujo T (2005). Histological studies on the cause of russet in Golden Delicious apple. *Acta Horticulturae* **30**: 47-52
- Atay E, Pırlak L & Atay A N (2010). Determination of fruit growth in some apple varieties. *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Science* **16**: 1-8
- Atay A N, Koyuncu F, Atay E & Koyuncu M A (2012). Hasat öncesi etefon uygulamasının Starking Delicious elmasında renklenme ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **49**(1): 107-112
- Atay E, Butar S, Gargın S, Atay A N, Altındal M & Yalçın B (2013a). Elmalarda merkezi lider terbiye sisteminde dal katları ve meyve kalitesi arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* **28**(2): 67-70
- Atay A N, Koyuncu F & Atay E (2013b). Relative susceptibility of selected apple cultivars to alternate

- bearing. *Journal of Biological & Environmental Sciences* **7**(20): 81-86
- Bangerth F (1976). A role for auxin and auxin transport inhibitors on the Ca content of artificially induced parthenocarpic fruits. *Physiologia Plantarum* **37**: 191-194
- Barandoozi F N & Talaie A (2009). The effect of gibberellins on russetting in Golden Delicious apples. *Journal of Horticulture and Forestry* **1**(4): 061-064
- Broom F D, Smith G S, Miles D B & Green T G A (1998). Within and between tree variability in fruit characteristics associated with bitter pit incidence of 'Braeburn' apple. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **73**(4): 555-561
- Buban T (2001). Improved fruit shape and less russetting of apples by using gibberellins. *Acta Horticulturae* **20**: 14-17
- Cummins, J N, Forsline P L & Way R D (1977). A comparison of russetting among 'Golden Delicious' subclones. *HortScience* **12**(3): 241-242
- Eccher T (1978). Russetting of Golden Delicious apples as related to endogenous and exogenous gibberellins. *Acta Horticulturae* **80**: 381-385
- Ferguson I B & Triggs C M (1990). Sampling factors affecting the use of mineral analysis of apple fruit for the prediction of bitter pit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* **18**: 147-152
- Greene D W (1991). Reduced rates and multiple sprays of paclobutrazol control growth and improve fruit quality of 'Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **116**: 807-812
- Greene D W (1999). Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with prohexadione-calcium (Bas-125). *HortScience* **34**: 1209-1212
- Greene D W (2003). Endogenous hormones and bioregulator use on apples. In: D C Ferree & I J Warrington (Eds), Apples: Botany, Production and Uses. CABI Published, Cambridge, USA, pp. 437-457
- Jonkers H (1979). Biennial bearing in apple and pear: A literature survey. *Scientia Horticulturae* **11**: 303-317
- Karaçalı İ (2004). Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması, (4. Baskı), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 494, İzmir, s. 472
- Kirby A H M & Bennett M (1967). Susceptibility of apple and pear varieties to damage by certain organic

- fungicides. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **42**(2): 117-132
- Lespinasse J M & Delort J F (1993). Regulation of fruiting in apple: Role of the bourse and crowned bindles. *Acta Horticulturae* **349**: 239-246
- Looney N E, Granger R L, Chu C L, McArtney S J, Mander L N & Pharis R P (1992). Influences of gibberellins A₄, A₄₊₇, and A₄+A₇ on apple fruit quality and tree productivity. I. Effects on fruit russet and tree yield components. *Journal of Horticultural Science* **67**(5): 613-618
- McArtney S, Obermiller J D & Green A (2007). Prohexadione-Ca reduces russet and does not negate the efficacy of GA₄₊₇ sprays for russet control on 'Golden Delicious' apples. *HortScience* **42**(3): 550-554
- Medjdoub R, Val J & Blanco A (2004). Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of 'Smoothie Golden Delicious' apple Trees. *Scientia Horticulturae* **101**(3): 243-253
- MGM (2013). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikler. Eğirdir, Isparta, Türkiye
- Michailides TJ (1991). Russetting and russet scab of prune, an environmentally induced fruit disorder: Symptomatology, induction, and control. *Plant Disease* **75**: 1114-1123
- Miller S S (1998). The influence of prohexadione-ca, an anti-gibberellin, on efficacy of gibberellins used for control of fruit cracking and fruit russet. Proc. 74th Cumberland Shenandoah Fruit Workers Conference, 6
- Mitcham EJ (2008). A new approach to understand and control bitter pit in apple. <http://jenny.tfrec.wsu.edu/wtfr/pdffinalreports/2008finalreports>, (Erişim Tarihi: 28.11.2012)
- Nakayama I, Kobayashi M, Kamiya Y, Abe H & Sakuri A (1992). Effects of a plant-growth regulator, prohexadione-calcium, on the endogenous levels of gibberellins in rice. *Plant Cell Physiology* **33**: 59-62
- Rademacher W & Kober R (2003). Efficient use of prohexadione-ca in pome fruits. *European Journal of Horticultural Science* **68**(3): 101-107
- Rudell D R, Fellman J K & Mattheis J P (2005). Preharvest application of methyl jasmonate to 'Fuji' apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting, and bitter pit incidence. *HortScience* **40**: 1760-1762
- Saure M C (2001). Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)-A calcium or a stress-related disorder? *Scientia Horticulturae* **90**: 193-208
- Saure M C (2005). Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae* **105**: 65-89
- Schwallier P (2009). Successful use of apogee and retain in apple. www.cherries.msu.edu/pdf/orchardshow09schwallier.pdf (Erişim Tarihi: 10.08.2012)
- Sorce C, Lombardi L, Remorini D & Montanaro G (2011). Occurrence of natural auxin and accumulation of calcium during early fruit development in kiwifruit. *Australian Journal of Crop Science* **5**(7): 895-898
- Steenkamp J & Westraad I (1988). Effect of gibberellin GA₄₊₇ on stem and calix-end russetting in 'Golden Delicious' apples. *Scientia Horticulturae* **35**: 207-215
- Taylor B L (1978). Effects of gibberellin sprays on fruit russet and tree performance of Golden Delicious apple. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **53**: 167-169
- Taylor D R, Knight J N & Spencer J E (1985). Improve fruit quality: growth regulator control of fruit quality. Annual Report for East Mailing Research Station for 1984, pp. 105-106
- Vang-Petersen O (1980). Calcium deficiency of 'Cox's Orange' apple trees during the fruit growth period. *Scientia Horticulturae* **12**: 163-168
- Wertheim S J (1982). Fruit russetting in apple as affected by various gibberellins. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* **57**: 283-288
- Wertheim S J & Balkhoven-Baart J M T (1996). Evaluation of GA₄₊₇ mixtures for fruit russetting control. Annual Report of Research Station Fruit Growing Wilhelminadorp, pp. 23-24
- Wertheim S J & Webster A D (2005). Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: J Tromp, A D Webster & Wertheim S J (Eds): Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 267-294
- Whale S, Singh Z, Behboudian H, Janes A & Dhaliwal S (2008). Fruit quality in 'Crisp Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. *Scientia Horticulturae* **115**(4): 342-351