



Erzincan Koşullarında Yetiştirilen ‘Ak Sakı’ Elma Çeşidinin Depolama Performansı Üzerine Hasat Öncesi Naftalen Asetik Asit ve Aminoetoksivinilglisin Uygulamalarının Etkileri

**Burhan ÖZTÜRK^{1*}, Salih KESKİN², Kenan YILDIZ¹, Özkan KAYA²,
Kemal KILIÇ¹, Mutlu UÇAR¹**

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 60240, Taşlıçiftlik, Tokat

²Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 24060, Erzincan

*e-mail: burhanozturk55@gmail.com

Alındığı tarih (Received): 19.04.2013

Kabul tarihi (Accepted): 15.05.2013

Online Baskı tarihi (Printed Online): 17.06.2013

Yazılı baskı tarihi (Printed): 08.07.2013

Özet: Bu çalışma, ‘Ak Sakı’ elma çeşidinin (*Malus domestica* Borkh.) depolama performansı üzerine hasat öncesi dönemde farklı dozlarda uygulanan aminoetoksivinilglisin (AVG, 150, 225 ve 300 mg/L) ve naftalen asetik asit (NAA, 20 mg/L) uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla 2012 yılında yürütülmüştür. Bazı meyve kalite parametrelerinde oluşan değişimler, % 90±5 nispi nem ve 2±1 °C depolama koşullarında 45 günlük aralıklar ile izlenmiştir. Depolama süresince en düşük ağırlık kaybı 300 mg/L AVG uygulaması yapılan meyvelerde elde edilmiştir. Tüm analiz dönemlerinde 300 mg/L AVG uygulaması yapılan meyvelerde en yüksek L* değeri, kontrol meyvelerinde en düşük hue açısı değeri kaydedilmiştir. Depolama süresince meyve eti sertliğinin en iyi şekilde 225 ve 300 mg/L AVG uygulamaları yapılan meyvelerde korunduğu belirlenmiştir. NAA uygulaması, depolama süresi sonunda meyve eti sertliğini önemli düzeyde düşürmüştür. Depolama süresince suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı kontrol meyvelerinde en yüksek, 300 mg/L AVG uygulaması yapılan meyvelerde ise en düşük bulunmuştur. Tüm analiz dönemlerinde en yüksek titre edilebilir asit miktarı, 225 ve 300 mg/L AVG uygulanmış meyvelerden elde edilmiştir. AVG uygulamaları nişasta parçalanmasını geciktirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki gelişim düzenleyici, depolama, meyve eti sertliği, nişasta parçalanması

The effects of pre-harvest naphthalene acetic acid and aminoethoxyvinylglycine treatments on storage performance of ‘Ak Sakı’ apple cultivar grown in Erzincan conditions

Abstract: This study was carried out to determine the effects of pre-harvest aminoethoxyvinylglycine (AVG, 150, 225 ve 300 mg/L) and naphthaleneacetic acid (NAA, 20 mg/L) treatments in different doses on storage performance of ‘Ak Sakı’ apple cultivar (*Malus domestica* Borkh.) in 2012. The changes on some fruit quality parameters were measured at 2±1 °C temperature and with 90±5 % relative humidity at 45 days interval during storage. The lowest weight loss was obtained from 300 mg/L AVG treated fruits during the storage. In the all analysis date, the highest L* value was obtained from 300 mg/L AVG treated fruits, and the lowest hue angle value was reported from the fruits of control treatment. The flesh firmness was determined that the best kept in the 225 and 300 mg/L AVG treated fruits during the storage. The flesh firmness significantly reduced with NAA treatment at the end of storage. The highest soluble solids concentration (SSC) was obtain from control fruit during the storage, whereas the lowest SSC was observed in fruit treated with 300 mg/L AVG. In the all analysis date, the highest titratable acidity was obtained in fruits treated with 225 and 300 mg/L AVG. The starch degradation was delayed with AVG treatments.

Keywords: Plant growth regulator, storage, flesh firmness, starch degradation

1. Giriş

Elma tadı, lezzeti, yüksek besin içeriği ve albenisi ile tüketiciler tarafından çok tercih edilen

ve zevkle tüketilen bir meyvedir (Saure 1990). Ülkemiz dünya elma üretiminde üst sıralarda yer almaktadır. Üretilen elmanın büyük bir kısmı iç

pazara ve ihracata yönelik olarak soğuk hava depolarında 6-8 aya kadar muhafaza edilmektedir. Fakat depolama sırasında oluşan kalite kayıpları ile bu süre kısalabilmektedir (Saleh ve ark. 2009). Elmanın muhafaza ömrünü uzatmak ve meydana gelen kalite kayıplarını azaltmak amacıyla bazı önlemler alınmaktadır. Özellikle muhafaza süresi uzun çeşitlerin tercihi, hasat öncesi dönemde en uygun bakım şartlarının sağlanması (sulama, bitki besleme, gölgeleme vb.), derimin en uygun derim olgunluğunda yapılması ve bazı büyümeyi düzenleyici maddelerin kullanımı bunlardan bazılarıdır (Argenta ve ark. 2006).

Elmada hasat sonrası dönemde meyve etinin aşırı yumuşaması en önemli kalite kayıplarının başında gelmektedir. Meyve etinde meydana gelen yumuşama elmada, tekstürün ve kimyasal içeriğin bozulmasına neden olmaktadır (Jan ve ark. 2012). Yumuşama klimakterik bir meyve olan elmada etilen üretimi ile ilişkilidir (Argenta ve ark. 2006). Bu amaçla etilen üretiminin başlangıcını geciktirmek için hasat öncesi dönemde etilen biyosentezini engelleyen büyümeyi düzenleyici maddeler [aminoetoksivinilglisin (AVG), 1-metilsiklopropan (1-MCP)] kullanılmaktadır (Sisler ve Blankenship 1996; Greene 2006).

Etilen biyosentezini engellen bir bileşik olan AVG, elmada etilen biyosentezini geciktirerek, hasat öncesi meyve dökümlerini engellemekte, hasat sonrası meyve eti sertliğinin korunması ve nişasta parçalanmasının gecikmesine neden olmaktadır (Greene 2006). AVG'nin bu etkisi uygulama yapılan elmanın çeşidine, uygulama dozuna ve zamanına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Schupp ve Greene 2004). Naftalen asetik asit (NAA), hasat öncesi dönemde meyve türlerinde meyve dökümünü engellemek amacı ile kullanılan sentetik bir oksindir.

Yuan ve Carbaugh (2007) tahmini hasat tarihinden 1 ve 3 hafta önce 20 mg/L NAA uygulaması ile olgunlaşmanın geciktiğini ve hasat sonrası meyve eti sertliğinin korunduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte hasat öncesi dönemde birden fazla yapılan NAA uygulamalarının elmada et sertliğinde aşırı kayıplara ve yumuşamaya neden olduğu da ifade

edilmektedir (Byers 1997; Greene ve Schupp 2004).

'Ak Sakı' elma çeşidi Erzincan civarında yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan ve yöre halkı tarafından zevkle tüketilen bir çeşittir. Yörede Ak ve Kara 'Sakı' ekotipleri iyi bilinmektedir. 03.05.1990 tarihinde 'Ak Sakı' ismi ile tescillendirilmiştir. Bu çalışma ile 'Ak Sakı' elma çeşidinin soğukta muhafaza süresi ve meyve kalite özellikleri üzerine hasat öncesi uygulanan NAA ve AVG uygulamalarının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Bahçesi'nde bulunan 9 yaşlı MM111 anacı üzerine aşılı 'Ak Sakı' elma çeşidi ağaçlarından elde edilen meyveler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan 'Ak Sakı' elma çeşidi sıra arası ve üzeri 5,0 m olacak şekilde dikilmiş ve modifiye lider sistemine göre terbiye edilmiştir.

Çalışmada benzer verime sahip 40 ağaç seçilmiş; ağaçlar 4 farklı bloğa ayrılmış ve her bir blokta 10 ağaç olacak şekilde gruplandırılmıştır. AVG, 'ReTain' (% 15 AVG içerir) ticari formülasyonunda (ValentBioSciences Crop, Libertyville II, ABD), etkin madde içeriği hesaplanarak tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce (31 Ağustos 2012) 3 farklı dozda [150 (AVG150), 225 (AVG225) ve 300 (AVG300) mg/L], NAA (Sigma-Aldrich, ABD) tahmini hasattan 4 (31 Ağustos 2012) ve 2 (14 Eylül 2012) hafta önce 10 mg/L dozunda uygulanmıştır.

NAA ve AVG dozlarının belirlenmesinde daha önce yapılan çalışmalar (Greene ve Schupp 2004) dikkate alınmıştır. Her bir uygulama dozu, her bir blokta 2 ağaca uygulanmıştır. Her bir blokta 2 ağaç kontrol uygulaması olarak belirlenmiştir. Tüm çözeltilerde, uygulanan çözeltilerin etkinliğini artırmak amacıyla Sylgard-309 [% 0,05, (Dow Corning, Canada Inc., Toronto, Kanada)] yapıcı yapıştırıcı kullanılmıştır. Kontrol uygulamalarına yalnızca yapıcı yapıştırıcı içeren çözeltiler püskürtülmüştür. Çözeltiler (500 mL/ağaç), yağışsız ve rüzgârsız bir zaman diliminde düşük

basıncılı sırt pompası ile sabah erken vakitte püskürtülmüştür.

Her bir bloktaki her bir uygulamaya ait 2 ağaçtan toplam 70 adet meyve, 28 Eylül 2012 tarihinde hasat edilmiş ve plastik kasalara konulmuştur. Meyveler en kısa sürede, Tokat MEPESAN soğuk hava deposuna transfer edilmiştir. Meyveler, $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 90 ± 5 oransal nemde 180 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Meyvelerde hasada (28 Eylül 2012) ilave olarak muhafaza süresince 45 günlük aralıklar ile [45. gün (12 Kasım 2012), 90. gün (27 Aralık 2013), 135. gün (10 Şubat 2013) ve 180. gün (27 Mart 2013)] meyve kalite özellikleri belirlenmiştir.

Her bir bloktaki her bir uygulamadan seçilen 70 adet meyvenin 20 tanesi ağırlık kaybı ve renk özelliklerinde meydana gelen değişimi belirlemek için seçilmiştir. Ağırlık ve renk ölçümleri depolama süresince aynı meyveler üzerinde belirlenmiştir. Ağırlık ve renk ölçümleri soğuk depo içerisinde yürütülmüştür.

Her bir bloktaki her bir uygulama için depolanan meyvelerde, her bir analiz döneminde meyve eti sertliği, SÇKM miktarı, pH değeri, titre edilebilir asit miktarı ve nişasta parçalanmasını belirlemek için 10 adet meyve seçilmiştir.

Ağırlık kaybı: Her bir bloktaki her bir uygulamada belirlenen 20 meyvenin ağırlığı her bir analiz tarihinde, 0,01 g hassasiyete sahip dijital terazi (Radvag PS 4500/C/1, Polonya) ile ölçülüp, başlangıç ağırlığına oranlanması yolu ile aşağıdaki formülden yararlanılarak % olarak belirlenmiştir (1).

$$Wk = \left[\frac{(Wb - Ws)}{Wb} \right] 100 \quad (1)$$

Eşitlikte; Wk =Ağırlık kaybı (%); Wb =Başlangıçtaki ağırlık (g); Ws = Son ağırlık (g) dir.

Meyve kabuk rengi: Renk özellikleri her bir analiz tarihinde bir renk ölçer (model CR-400, Minolta, Tokyo, Japonya) kullanılarak her bir meyvenin ekvatorial kısmından 3 ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Ölçümler CIE L^* , a^* ve b^* renk

düzleminde L^* , a^* , ve b^* cinsinden yapılarak kroma ($(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$) ve hue açısı ($h^{\circ} = \tan^{-1} x b^*/a^*$) değerlerine dönüştürülmüştür. Kullanılan düzlemde a^* değeri, kırmızılık-yeşillik, b^* değeri ise sarılık-mavilik olarak ifade edilmektedir. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değeri düşerken, canlı renklerde artmaktadır. Hue açısı bir renk dairesi olup kırmızı-mor renkler 0° - 360° arasındaki açı değerini almakta iken, sarı 90° açı değerini, mavimsi yeşil renkler ise 180° - 270° arasındaki açı değerini almaktadır (McGuire 1992).

Meyve eti sertliği: Meyve eti sertliği, meyvenin ekvatorial bölgesi üzerinde üç farklı yerden meyve kabuğu kaldırıldıktan sonra 11,1 mm çapında delici uca sahip olan el penetrometresi (model FT-327; Effegi corp., Torino, İtalya) ile kg olarak ölçülmüş ve değerler Newton'a (N) dönüştürülmüştür.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, pH değeri, titre edilebilir asit miktarı (TA): Her bir meyveden bir dilim alınmış ve elektrikli meyve sıkacağına (Model: HR 1871, Philips, ABD) meyve suyu elde edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı her bir meyveden elde edilen meyve suyu örneğinde dijital refraktometre (PAL-1, McCormick Fruit Tech. Yakima, ABD) ile belirlenmiştir. Aynı meyve suyu örneklerinde, pH değeri pH metre (model HI9321, Hanna, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Titre edilebilir asit miktarı için her bir meyve suyu örneğinden alınan 10 ml'lik örnek 10 ml saf su ile seyreltildikten sonra pH 8,1 değerine ulaşana kadar 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiş ve titrasyonda harcanan NaOH miktarı esas alınarak malik asit cinsinden (g malik asit / 100 ml) hesaplanmıştır.

Nişasta parçalanması: Meyve eti sertliği ölçülen meyveler ekvatorial bölgelerinden 2 eşit kısma bölünüp sap çukuru tarafından yaklaşık 1 cm kalınlığında alınan dairesel dilimin üzerine % 0,5'lik iyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisinin plastik el pompası ile yüzey tamamen ıslanmaya kadar püskürtülmesi yolu ile tayin edilmiştir.

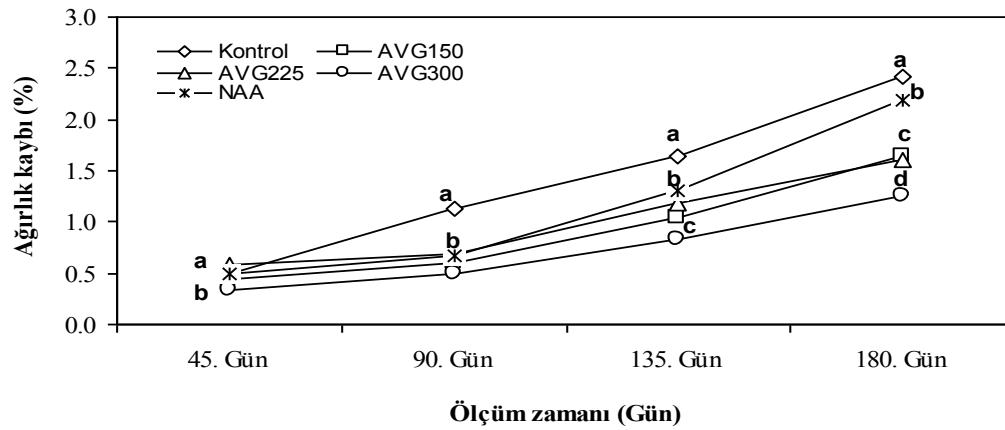
Yaklaşık 5 dakika sonra nişasta içeren bölge koyu mavi renge boyanmış ve Blanpied ve Silsby (1992)'nin hazırlanmış olduğu skalaya [1–8 skala aralığı, 1= % 100 maviye boyanmış (% 100 nişasta), 8= % 100 nişasta şekere dönüşmüş (% 100 şeker)] göre değerlendirilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Tüm istatistik analizler SAS 9,3 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılarak, her depolama döneminde ortalamalar arasındaki farklılıkların önem ($p<0,05$) kontrolü Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Depolamanın 135. ve 180. günlerinde en düşük ağırlık kaybı 300 mg/L AVG uygulanmış meyvelerden elde edilmiştir. Depolamanın 90., 135. ve 180. günlerinde NAA ve AVG uygulanmış meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybı istatistiksel bakımdan kontrolden farklı bulunmuştur. Özellikle depolamanın 180. gününde AVG uygulanmış meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybı hem kontrol hem de NAA uygulanmış meyvelerden önemli düzeyde daha düşük olmuştur (Şekil 1). Ağırlık kaybına ölçüm zamanının etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.



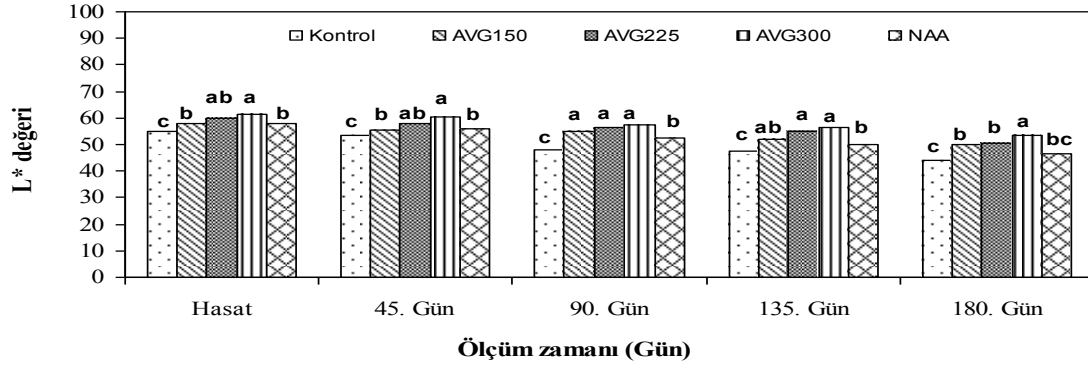
Şekil 1. Hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının depolama süresince 'Ak Sakı' elma çeşidinin ağırlık kaybı üzerine (%) etkileri

Figure 1. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on weight loss (%) of 'Ak Sakı' apple cultivar during the storage life

Tüm ölçüm dönemlerinde AVG uygulanmış meyvelere ait L* değeri kontrolden önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde NAA uygulanmış meyvelere ait L* değeri, 180. günde yapılan ölçüm hariç diğer tüm dönemlerde kontrolden önemli düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır. L değerine ölçüm zamanının etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. (Şekil 2). Kontrol ile karşılaştırıldığında, AVG225 uygulanmış meyvelerde kroma değeri hasat, 45. ve 90. günlerde önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. NAA uygulanmış meyvelere ait kroma değeri yalnızca 90. ve 135. günlerde

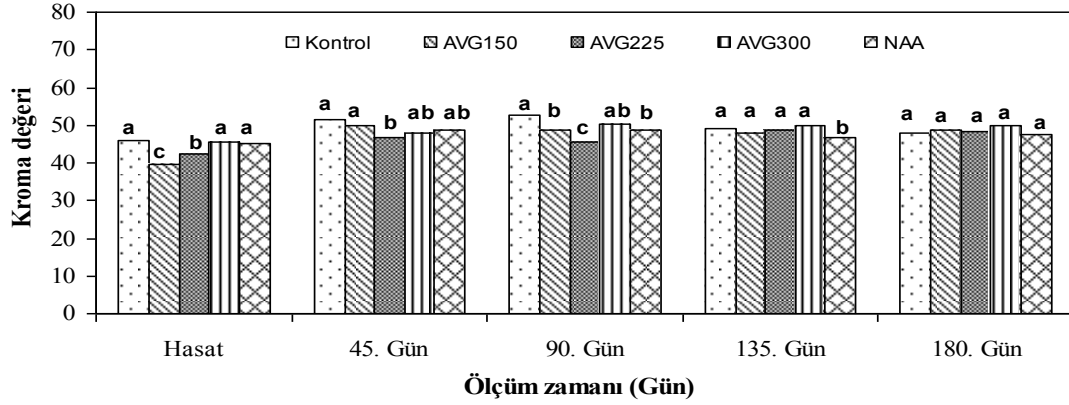
istatistiksel bakımdan kontrol ve AVG225 uygulanmış meyvelerden farklı bulunmuştur. Kroma değerine ölçüm zamanının etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 3).

Kontrol ile karşılaştırıldığında, hue açısı değeri tüm analiz tarihlerinde AVG225 ve AVG300 uygulanmış meyvelerde artış göstermiştir. NAA uygulanmış meyvelerde ise 90., 135. ve 180. günlerde, kontrole göre önemli düzeyde artış görülmüştür. Hue açısı değerlerine ölçüm zamanının etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. (Şekil 4).



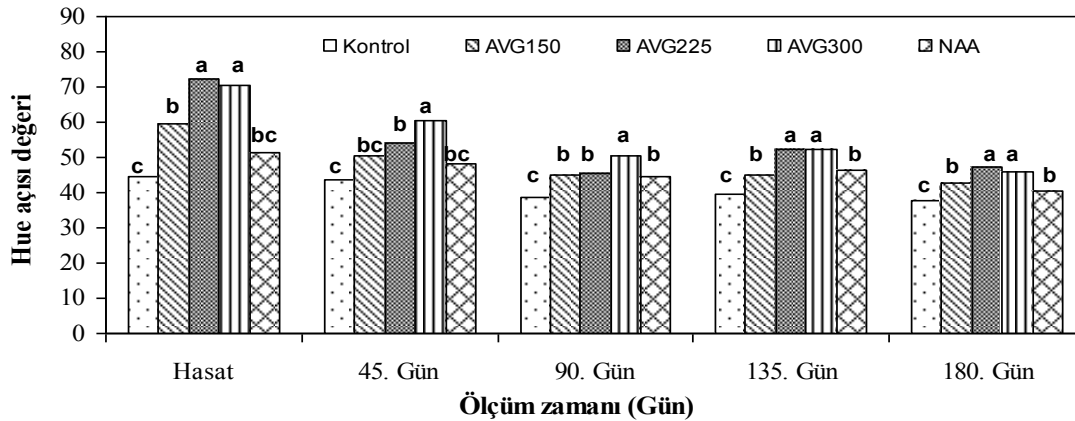
Şekil 2. Hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının depolama süresince 'Ak Sakı' elma çeşidinin L* değeri üzerine etkileri

Figure 2. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on L* value of 'Ak Sakı' apple cultivar during the storage life



Şekil 3. Hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının depolama süresince 'Ak Sakı' elma çeşidinin kroma değeri üzerine etkileri

Figure 3. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on chroma value of 'Ak Sakı' apple cultivar during the storage life



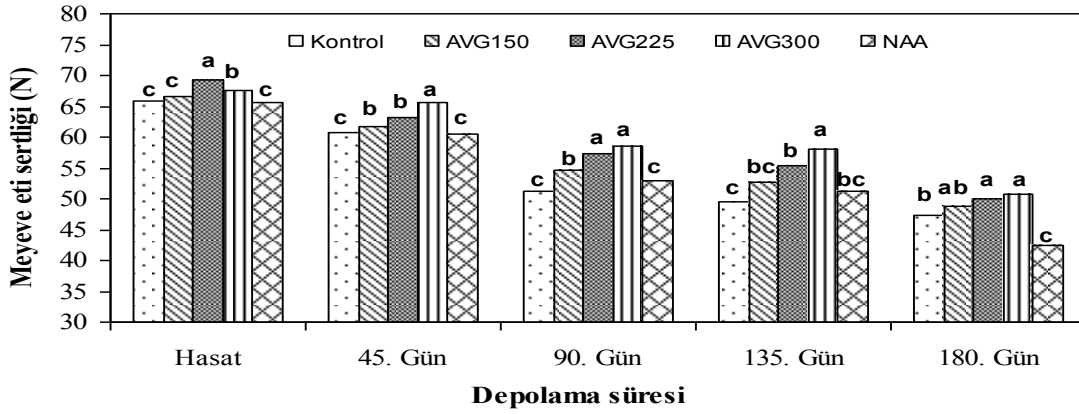
Şekil 4. Hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının depolama süresince 'Ak Sakı' elma çeşidinin hue açısı değeri üzerine etkileri

Figure 4. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on hue angle value of 'Ak Sakı' apple cultivar during the storage life

Kontrol ile karşılaştırıldığında, depolama süresince AVG225 ve AVG300 uygulanmış meyvelerde, meyve eti sertliği önemli düzeyde korunmuştur. Et sertliği AVG150 uygulanmış meyvelerde 45. ve 90. günlerde her ne kadar kontrolden önemli düzeyde farklı bulunsa da bu etki diğer analiz dönemlerinde tespit edilememiştir. NAA uygulanmış meyvelerin et sertliği ilk 4 analiz döneminde kontrol ile benzerken, son analiz tarihinde kontrolden daha düşük olmuştur Meyve eti sertliğine ölçüm

zamanının etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 5).

Tüm analiz dönemlerinde en yüksek SÇKM miktarı kontrol, en düşük ise AVG300 uygulaması yapılan meyvelerde belirlenmiştir. NAA ve AVG uygulaması yapılan meyvelerin SÇKM miktarı, kontrolden istatistiksel düzeyde daha düşük olmuştur (Çizelge 1).



Şekil 5. Hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının depolama süresince 'Ak Sakı' elma çeşidinin meyve eti sertliği üzerine etkileri

Figure 5. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on fruit flesh firmness of 'Ak Sakı' apple cultivar during the storage life.

Çizelge 1. Depolama süresince 'Ak Sakı' elma çeşidinin SÇKM (%) ve pH değeri üzerine hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının etkisi

Table 1. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on SSC (%) and pH value of 'Ak Sakı' apple cultivar during the storage life

Uygulamalar	SÇKM (%)				
	Hasat	45. Gün	90. Gün	135. Gün	180. Gün
Kontrol	14,1 a	15,4 a	16,2 a	15,5 a	14,8 a
AVG150	12,8 b	13,7 b	13,9 c	13,2 c	12,7 b
AVG225	13,0 b	13,6 bc	13,8 c	13,3 c	12,2 c
AVG300	12,3 c	13,2 c	13,5 c	12,2 d	11,1 d
NAA	12,8 b	13,7 b	14,5 b	13,8 b	12,8 b
	pH değeri				
	Hasat	45. Gün	90. Gün	135. Gün	180. Gün
Kontrol	3,64 a	3,69 a	3,78 a	3,88 a	3,92 a
AVG150	3,57 b	3,63 b	3,65 b	3,75 b	3,87 b
AVG225	3,59 b	3,62 b	3,67 b	3,75 b	3,78 c
AVG300	3,59 b	3,63 b	3,65 b	3,73 b	3,75 c
NAA	3,57 b	3,73 a	3,75 a	3,86 a	3,88 b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre önemlidir ($P<0,05$).

Tüm analiz dönemlerinde pH değeri, AVG uygulanmış meyvelerde kontrole göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında, NAA uygulanmış meyvelerde yalnızca hasat ve 180. günde yapılan analizlerde daha düşük bir pH değeri tespit edilmiştir. Hasat ve 45. günde AVG uygulaması yapılan meyvelerin titre edilebilir asitlik miktarı, kontrol ve NAA uygulamaları yapılan meyvelerin miktarından önemli düzeyde daha yüksek olmuştur. Ancak 90., 135. ve 180. günlerde AVG225 ve AVG300 uygulanmış meyveler diğer uygulamalara göre en yüksek titre edilebilir asit miktarını vermiştir. Fakat diğer analiz dönemlerinde AVG225 ve AVG300 uygulanmış meyveler hem kontrol hem de NAA uygulanmış meyvelerden önemli düzeyde daha yüksek tespit edilmiştir. NAA uygulanmış elmaların titre edilebilir asit miktarı, depolamanın 135. ve 180. günlerinde kontrole göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur (Çizelge 2). Hasat öncesi farklı dozlardaki AVG ve NAA uygulanmış meyvelerde hasat döneminde nişasta parçalanmasını geciktirmede en etkili uygulamanın AVG300 uygulaması olduğu tespit

edilmiştir. Ancak kontrol ile karşılaştırıldığında 45. ve 90. günlerde tüm AVG uygulanmış meyveler, 135. ve 180. günlerde ise AVG225 ve AVG300 uygulanmış meyveler nişasta parçalanması önemli düzeyde geciktirmiştir. NAA uygulanmış meyveler depolama süresince kontrol ile istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir.

Elmanın soğukta muhafazası esnasında solunum reaksiyonuna bağlı olarak hücrel aktivitesi devam etmekte ve son ürün olarak su ve enerji açığa çıkmaktadır. Ayrıca klimakteriyum gösteren meyvelerde içsel etilen konsantrasyonunun belirli bir eşik değerinin üzerine çıkmasına bağlı olarak solunum hızlanır. Meyvede meydana gelen etilen üretimi metabolik faaliyetin hızlanmasına ve hücrel kayıplara neden olmaktadır. İlave olarak bu aşamada hücrede sentez metabolizmasının yerine parçalanma metabolizması meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlar ağırlık kayıplarına neden olmaktadır (Karaçalı 2002). Bu aşamada AVG, elmada olgunluğa giden süreci iç etilen üretiminin engellenmesine bağlı olarak geciktirmektedir (Greene 2006; Argenta ve ark. 2006).

Çizelge 2. Depolama süresince ‘Ak Sakı’ elma çeşidinin titre edilebilir asit miktarı (g malik asit /100 ml) ve nişasta parçalanması üzerine hasat öncesi NAA ve AVG uygulamalarının etkisi

Table 2. The effects of pre-harvest NAA and AVG treatments on titratable acidity (g malic acid/ 100 ml) and starch degradation of ‘Ak Sakı’ apple cultivar during the storage life

Uygulamalar	Titre edilebilir asitlik (g malik asit /100 ml)				
	Hasat	45. Gün	90. Gün	135. Gün	180. Gün
Kontrol	0,62 b	0,61 b	0,58 b	0,57 b	0,54 b
AVG150	0,65 a	0,64 a	0,61 ab	0,58 b	0,56 b
AVG225	0,65 a	0,64 a	0,63 a	0,62 a	0,59 a
AVG300	0,66 a	0,65 a	0,64 a	0,63 a	0,61 a
NAA	0,63 b	0,62 b	0,58 b	0,52 c	0,48 c
Uygulamalar	Nişasta parçalanması (1-8*)				
	Hasat	45. Gün	90. Gün	135. Gün	180. Gün
Kontrol	6,3 ab	7,3 a	7,7 a	8,0 a	8,0 a
AVG150	5,7 b	6,7 b	7,3 b	7,7 a	8,0 a
AVG225	5,3 bc	5,7 c	7,0 bc	7,3 b	7,7 b
AVG300	4,7 c	6,0 c	6,7 c	7,3 b	7,7 b
NAA	6,7 a	7,7 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre önemlidir (P<0,05). * 1= % 100 nişasta, 8= % 0 nişasta.

Olgunlaşma sürecinin gecikmesi ile hücre çeperinin yapısını oluşturan pektik ve hemiselülozik maddelerin parçalanması gecikmekte, metabolik reaksiyonlar yavaşlamakta ve hücresel kayıpları azalmaktadır. Ağırlık kaybı üzerine AVG'nin olumlu etkisi bu mekanizma ile ifade edilebilir. NAA'nın etkisi kontrole göre daha iyi olsa da yüksek AVG dozlarına göre daha etkisiz bulunmuştur.

Elmada çeşide özgül kırmızı renklenme önemli bir kalite kriteridir. Zayıf renklenen çeşitler pazarda daha az tercih edilmekte, dolayısıyla düşük fiyattan alıcı bulmaktadır. AVG olgunluğu geciktirici etkisine bağlı olarak kırmızı renklenmeyi de geciktirmektedir (Greene ve Schupp 2004). Hue açısı değerinin 0'a yaklaşması kırmızı renk yoğunluğunun arttığını göstermektedir (Rudell ve ark. 2005).

Çalışmamızda muhafaza süresince AVG uygulamaları ile kırmızı renklenme geciktirilmiştir. Fakat bu etki AVG225 ve AVG300 uygulanmış meyvelerde daha belirgin olmuştur. Benzer şekilde NAA uygulaması da renklenmeyi geciktirmiştir. Meyve eti sertliği elmanın raf ömrünü, pazar değerini ve hasat sonrası dayanımı belirleyen en önemli parametrelerden biridir. Özellikle depolama esnasında meydana gelen sertlik kaybı, direkt kalite kaybı olarak ifade edilmektedir (Kov ve ark. 2005). Yumuşayan meyve tüketici tarafından tercih edilmemektedir. Elmada, hasat öncesi AVG uygulamaları ile meyve eti sertliği artırılmakta ve depo ömrü uzatılabilmektedir (Autio ve Bramlage 1982). NAA ise meyve eti sertliği üzerine olumlu bir etki göstermemekte, hatta yumuşamaya neden olmaktadır (Schupp ve Greene 2004).

Depolama süresince meyvede hücresel aktivite sürekli devam etmekte ve SÇKM artmaktadır (Mahajan 1994). Elmada depolanan karbonhidrat nişastadır. Nişasta solunuma bağlı olarak parçalanır ve şekere dönüşür (Crouch 2003). SÇKM'de meydana gelen artış, nişastanın şekere dönüşümünden kaynaklanır. Çalışmamızda AVG uygulamaları ile nişastanın şekere dönüşümü geciktirilmiş, dolayısıyla SÇKM içeriği bu uygulamalarda daha düşük bulunmuştur. Ayrıca solunum esnasında organik asitler tüketilir ve titre

edilebilir asitlik değeri azalır. pH değeri elmada çoğunlukla organik asitlere bağlıdır (Ghafir ve ark. 2009). Olgunluk düzeylerine bağlı olarak pH değerindeki artış, titre edilebilir asitlik değerindeki azalış şeklinde ortaya çıkmaktadır.

5. Sonuç

Depolanan meyvelerde temel amaç en az kalite kayıpları ile ürünü tüketiciye sunmaktır. Tüm AVG uygulamaları ile meyvelerde minimum düzeyde ağırlık kaybı meydana gelmiştir. NAA uygulaması ile ağırlık kaybı azalmış, fakat bu azalış AVG uygulamalarına göre düşük olmuştur. Muhafaza süresince AVG225 ve AVG300 uygulamaları kırmızı renklenmenin geciktirilmesi üzerine daha belirgin bir etki göstermiştir. Meyve eti sertliğinde meydana gelen kayıp ve nişasta parçalanmasının geciktirilmesi üzerine AVG225 ve AVG300 uygulamaları daha etkin bulunmuştur. Nişasta parçalanmasına bağlı olarak NAA uygulaması ile meyve eti sertliği önemli düzeyde azalmıştır. AVG uygulamalarından depolamanın ilerleyen dönemlerinde kontrole göre daha yüksek titre edilebilir asitlik, aksine daha düşük SÇKM ve pH içeriği tespit edilmiştir.

'Ak Sakı' elmasının depolama süresini uzatmak ve meyve kalitesini muhafaza etmek için AVG225 ve AVG300 uygulamaları tercih edilmelidir. NAA uygulaması muhafaza süresinin uzaması ve kalitenin korunması için istenen sonucu vermemiştir. Bu yüzden detaylı çalışmalar yaparak uygun NAA dozu tespit edilmelidir.

Teşekkür

Meyveleri temin eden Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'ne, meyvelerin soğukta muhafaza edilmesinde bizlere yardımını esirgemeyen Tokat MEPESAN AŞ.'ye, ReTain'i temin eden ValentBioScience şirketine ve Sylgard-309 yayıcı yapıştırıcıyı temin eden Dow Corning şirketine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Argenta LC, Vieira MJ, Krammes JG, Petri JL and Basso C (2006). AVG and 1-MCP effects on maturity and quality of apple fruit at harvest and after storage. Proceeding of the Xth International

- Symposium on Plant Bioregulators in Fruit. *Acta Horticulturae*, 727: 495–503.
- Autio WR and Bramlage WJ (1982). Effects of AVG on maturation, ripening, and storage of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107: 1074–1077.
- Blanpied GD and Silsby KJ (1992). Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Cooperation Extension Bulletin*, 2212: 1–12.
- Byers RE (1997). Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of ‘Delicious’ apples. *Journal of Tree Fruit Production*, 2 (1): 53-76.
- Crouch I (2003). 1-Methylcyclopropene (Smartfresh™) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of apples and pears. *Acta Horticulturae*, 600: 433–436.
- Ghafir SAM, Gadalla SO, Murajei BN and El- Nady MF (2009). Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. *African Journal of Plant Science*, 3: 133-138.
- Greene DW and Schupp JR (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of ‘McIntosh’ apples. II. Effect of timing and concentration relationships and spray volume. *HortScience*, 39: 1036–1041.
- Greene DW (2006). An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Horticulturae*, 727: 311–319.
- Jan I, Rab A and Sajid M (2012). Storage performance of apple cultivars harvested at different stages of maturity. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(2): 438-447.
- Karaçalı İ (2002). Bahçe Ürünlerinin Muhafaza Ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.494, 469 s., İzmir.
- Mahajan BVC (1994). Biochemical and enzymatic changes in apple during cold storage. *India Journal of Food Science and Technology*, 31: 142-152.
- McGuire RG (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254-1255.
- Kov E, Hertog E and Vanstreels E (2005). Relationship between physical and biochemical parameters in apple softening. *Acta Horticulturae*, 68: 573-578.
- Rudell DR, Fellmann JK and Mattheis JP (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.
- Saleh A, Ghafir M, Suliman OG, Benissa MN and El-Nady MF (2009). Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold storage conditions. *African Journal of Plant Science*, 3(6): 133-138.
- Saure MC (1990). External control of anthocyanin formation apple. *Scientia Horticulturae*, 42: 181–218.
- Schupp JR and Greene DW (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of ‘McIntosh’ apples. I. concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience*, 39: 1030–1035.
- Sisler EC and Blankenship SM (1996). Methods of counteracting an ethylene response in plants. US patent, 5: 518-988
- Yuan R and Carbaugh HD (2007). Effects of NAA, AVG and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality of ‘Golden Supreme’ and ‘Golden Delicious’ apples. *HortScience*, 42(1): 101–105.