

RED CHIEF ELMA ÇEŞİDİNDE AMİNOETHOXYVINYLGLYCİNE'NİN (AVG) VE NAFTALEN ASETİK ASİT'İN (NAA) HASAT ÖNÜ DÖKÜM VE MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Burhan ÖZTÜRK* Yakup ÖZKAN Kenan YILDIZ Çetin ÇEKİÇ Kemal KILIÇ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Taşlıçiftlik Kampüsü, Tokat
*burhanozturk55@gmail.com

Geliş Tarihi : 29.12.2011

Kabul Tarihi : 20.07.2012

ÖZET: Bu çalışma Tokat ekolojik koşullarında Red Chief elma çeşidinin (*Malus domestica* Borkh.) hasat önü dökümünü azaltmak ve meyve kalitesini artırmak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 150, 300, 600 mg L⁻¹ aminoethoxyvinylglycine ve 20 mg L⁻¹ naftalen asetik asit, tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce deneme ağaçlarına püskürtülmüştür. Çalışmada kümülatif döküm yüzdesi (%), kopma direnci (N), nişasta indeksi, meyve rengi (L*, C*, h°), meyve ağırlığı (g), suda çözünebilir kurumadde miktarı [SÇKM, (%)], pH, titre edilebilir asitlik (g.malik asit 100⁻¹) ve meyve eti sertliği (N) ölçümleri yapılmıştır. Tahmini hasat tarihinde AVG'nin 300 ve 600 mg L⁻¹ dozları dökümü azaltmada kontrol ve NAA uygulamasından önemli düzeyde (P<0.05) farklı bulunmuştur. Kopma direnci, AVG'nin artan dozları ile artmıştır. Tahmini hasatta ve 15 Eylül'de, nişasta indeksi bakımından uygulamalar arasında fark tespit edilememiştir. Tahmini hasat tarihinde AVG'nin artan dozları ile meyve ağırlığı doğrusal olarak artmıştır. Tahmini hasat tarihinde, AVG ve NAA meyvenin SÇKM'sini pozitif yönde etkilemiştir. Genel olarak pH miktarı tahmini hasada doğru azalış göstermiştir. Tahmini hasatta, titre edilebilir asitlik değeri bakımından hem AVG hem de NAA kontrol ile benzer bulunmuştur. Tahmini hasada doğru et sertliğinde doğrusal bir azalış tespit edilmiş, ancak AVG'nin artan dozları et sertliğini pozitif yönde etkilemiştir.

Anahtar Sözcükler: Elma, ReTain, SÇKM, et sertliği, meyve rengi, kopma direnci

THE EFFECT OF AMINOETHOXYVINYLGLYCINE (AVG) AND NAPHTHALENE ACETIC ACID ON THE PREHARVEST DROP AND FRUIT QUALITY IN RED CHIEF APPLE VARIETY

ABSTRACT: This study was carried out to increase the fruit quality and reduce preharvest drop of Red Chief apple (*Malus domestica* Borkh.) variety in Tokat ecological conditions. For that purpose, 150, 300, 600 mg L⁻¹ aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 20 mg L⁻¹ naphthalene acetic acid (NAA) were sprayed to the trial trees 4 weeks before the estimated harvest date. In the study, cumulative drop (%), fruit removal force (N), starch index, fruit colour (L*, C*, h°), fruit mass (g), total soluble solid concentration [TSSC, (%)], pH, titratable acidity (g.malic acid 100⁻¹) and fruit firmness (N) were measured. The application of AVG at concentrations of 300 and 600 mg L⁻¹ was found to be different in significant level (P<0.05) than NAA application and the control group with respect to reducing preharvest drop at the estimated harvest date. Fruit removal force increased with increasing AVG doses. Significant differences were not observed among treatments with regard to starch index at the estimated harvest date and on September 15. The fruit mass linearly increased with increasing doses of AVG at the estimated harvest date. AVG and NAA positively affected the TSSC of fruit at the estimated harvest date. In general, the pH was reduced towards the estimated harvest date. At the estimated harvest date, both AVG and NAA treatments were founded to be similar to the control group with regard to titratable acidity. The flesh firmness was linearly reduced towards the estimated harvest date, but it was positively affected by increasing AVG doses ..

Key words: Apple, ReTain, TSSC, flesh firmness, fruit colour, fruit removal force

1. GİRİŞ

Ülkemizin coğrafi ve ekolojik durumu göz önünde bulundurulduğunda, elma yetiştiriciliği açısından dünyada yoğun yetiştiricilik alanına sahip ender ülkelerden birisi konumundayız. Ülkemizin 2010 yılı elma üretimi 165078 ha alanda 2600000 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2010). Elma tüm yıl boyunca sofralarımızın vazgeçilmez meyveleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır.

Ülkemizde elma üretimi son yıllarda sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Üretimde meydana gelen bu artışın temel nedenlerinin başında, yetiştiricilerin yüksek verime sahip yeni çeşitleri tercih etmesidir. Ancak, yeni çeşitlerin yetiştiricilikte kullanılması ile birlikte üreticiler üretim aşamasında birçok olumsuzluk ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu olumsuzlukların başında, üretimde verim kaybına neden olan hasat önü dökümleri gelmektedir. Hasattan önce dökülen meyveler yeterli renklenmeye, iriliğe, olgunluğa ve kimyasal içeriğe ulaşmadığı için

üreticiye hiçbir ekonomik kazanç sağlamamaktadır (Yuan ve Carbaugh, 2007).

Hasat önü meydana gelen dökümün çözümüne yönelik yetiştiriciler kültürel önlemler almaktadır. Özellikle besin ihtiyacını tam olarak karşılamak için fertigasyon sistemlerinin kullanılması, ağaç üzerinde meydana gelen aşırı ürün yükünü azaltmak için meyve seyreltmesi, aşırı sıcaklıklara karşı örtü kullanımı bunlardan ön plana çıkanlardır. Araştırmacılar, günümüzde büyümeyi düzenleyici maddeleri meyve ağaçlarında meydana gelen pek çok fizyolojik ve biyokimyasal olayın düzenlenmesinde yoğun olarak kullanmaktadır. Özellikle, hasat önü dökümü engellemek için AVG ve NAA yetiştiriciler tarafından tercih edilmektedir (Drake ve ark., 2005).

Bir sentetik oksin olan NAA'nın birçok çalışmada dökümü önlemede başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Marini ve ark., 1993; Westwood, 1993; Curry, 2006). NAA uygulanmasından sonra hasat yaklaşık olarak 10-14 gün geciktirilmiştir (Schupp ve Greene, 2004). Buna karşılık diğer

sentetik oksinlerde olduğu gibi NAA'nın da elmada olgunlaşmayı ve yumuşamayı hızlandırdığı ve hasat sonrası ömrün kılmasına neden olduğu ve dökümü kontrol etmede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir (Greene ve ark., 1987; Byers, 1997).

AVG, 1970'li yılların başında keşfedilen ve doğal olarak meydana gelen bir etilen engelleyicisidir (Greene, 2002). Hasat önu döküm meyvenin etilen düzeyi ile ilişkilendirilmektedir (Greene, 2006). Bu yüzden, meyvenin etilen düzeyi dökümün şiddetini belirlemektedir (Byers, 1997; Greene ve Schupp, 2004). AVG'nin kullanımı ile bitkide pek çok fizyolojik ve biyokimyasal faaliyet düzenlenmektedir. AVG, vejetatif gelişimin ve çiçeklenmenin düzenlenmesi (Elfving ve Cline, 1990), olgunlaşmanın geciktirilmesi (Byers, 1997; Stover ark., 2003), renklenmenin, meyve eti sertliğinin, meyve iriliğinin artırılması (Wang ve Dilley, 2001; Williams, 1980) ve elmada hasat önu dökümün engellenmesi (Bangerth, 1978; Greene ve Schupp, 2004) amacı ile kullanılmaktadır.

Bu araştırma ile hasattan 4 hafta önce uygulanan AVG ve NAA'nın, Red Chief elma çeşidinde hasat önu döküm ve meyve kalite özellikleri üzerine olan etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma için Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Araştırma Merkezi'nde bulunan 4 yaşlı, 60 adet M26 anacı üzerine aşılı Red Chief elma ağacı seçilmiştir. Ağaçlar 6 blok ve her bir blokta 10 ağaç olacak şekilde gruplandırılmıştır. Her bir blokta bulunun 10 ağaç 5 çift olarak eşleştirilmiş ve her bir çiftten bir ağaç analizlerin yapılmasında örneklemeler için diğeri ise dökümün tespiti için kullanılmıştır. Her bir blokta bir çift ağaç kontrol uygulaması olarak seçilmiştir. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Deneme ağaçları sıra arası 3.5 m, sıra üzeri 1.5 m olacak şekilde dikilmiştir. Deneme alanın toprak yapısı killi, kumlu ve siltli bir yapıya sahiptir. Sulama ihtiyacı toprak nem içeriği takip edilerek, tarla kapasitesi nem içeriğinde yaklaşık 4.0 L/h sulama yapılmıştır. Sulama boruları ağacın her iki yanında 1 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneme alanında gübreleme Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında dekara 10 kg azot, 15 kg potasyum oksit (K₂O, %60), 15 kg amonyum sülfat (NH₄SO₄), 5 kg mono amonyum fosfat (MAP), 15 kg potasyum sülfat (K₂SO₄) ve Ağustos ayı içerisinde dekara 4.5 kg olacak şekilde kalsiyum nitrat (CaNO₃) uygulaması şeklinde yapılmıştır. Mantari hastalıklara karşı (karaleke vb.) Flint WG 50, meyve iç kurdu için Calypso OD 240 ve kırmızı örümcek için Mesuro WP 50 kullanılmıştır. Bahçe telli terbiye sistemi ile teçhiz edilmiş ve ağaçlar, vertical axis sistemine göre terbiye edilmiştir. Deneme bahçesine dolu ve güneş yanığına karşı file sistemi (siyah renkli file tercih edilmiştir) kurulmuştur.

Çalışmada Red Chief çeşidinde, hasat önu dökümü kontrol altına almak amacıyla bir içsel etilen engelleyicisi olan AVG kullanılmıştır. Bu amaçla, % 15 AVG içeren ReTain (ValentBioScience Corp. Libertyville, III), tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce (25 Ağustos 2010) ve 3 farklı dozda (150, 300 ve 600 mg L⁻¹) uygulanmıştır. ReTain çözeltisi hazırlanırken yüzey gerilimini azaltmak ve bitkiye uygulanan materyalin etkinliğini artırmak amacıyla 'Regulaid' yayıcı yapıştırıcı [% 0.1 v/v (Kalo Inc., Overland Park, KS66211)] kullanılmıştır. Kontrol amacıyla kullanılmış ağaçlara sadece su (pH=6.48)+yayıcı yapıştırıcı uygulaması yapılmıştır. Ayrıca uygulanan AVG'nin etkisini, hasat önu dökümü kontrol altına almada eskiden buyana kullanılan klasik bir uygulamayla karşılaştırmak amacıyla tahmini hasat tarihinden 14 gün önce (8 Eylül 2010) 20 mg L⁻¹ NAA (Sigma-Aldrich) uygulaması yapılmıştır. NAA uygulaması da AVG'de olduğu gibi, yayıcı yapıştırıcı ile birlikte uygulanmıştır. Her bir ağaca uygulanacak sprey miktarı araştırmacıların (Anonim, 2010) geliştirmiş olduğu formül ile hesaplanmış ve bu çerçevede her bir ağaca 180 mL sprey uygulaması yapılmıştır. Bu miktarın belirlenmesinde ağacın şekli (konik ve yuvarlak), ağacın yüksekliği ve sıra arası mesafe dikkate alınmıştır. Uygulamalar plastik sırt pompası ile yağışsız, rüzgârsız ve sabah erken vakitte yapılmıştır.

Uygulamaların birbirinden etkilenmemesi için ağaçlar arasında en az bir ağaç tampon olarak bırakılmıştır. Uygulama için bir örnek gelişme gösteren ağaçlar belirlenmiş ve ürün yükünün homojen olması için elle meyve seyreltmesi tam çiçeklenmeden 6 hafta (42 gün) sonra yapılmıştır. Seyreltmede 3 ve 4'lü meyve kümeleri 1 ve 2'li meyve kümesi şekline getirilmiştir. Meyveler, belirlenen 3 farklı hasat tarihinde (8, 15, 22 Eylül 2010) elle hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin fiziksel ve kimyasal analizleri 4 saatlik zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Meyveler, su kaybını en aza indirmek için plastik poşet içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Çalışmamızda incelenen özellikler aşağıda bildirilmiştir.

2.1. Kümülatif Döküm Yüzdesi

Hasattan 1 ay önce ağaç üzerindeki mevcut meyve sayısı tespit edilmiş ve haftada 2 kez ağaç üzerinden yere düşen meyveler sayılarak, başlangıçtaki meyve sayısından mevcut meyve sayısı çıkarılarak haftalık olarak % ifade edilmiştir.

2.2. Kopma Direnci

Meyvelerde kopma direnci, ağacın 1.5–2 m yüksekliğinde bulunan lamburt, kargı ve topuz gibi meyve dalları üzerindeki mevcut meyvelerde ölçülmüştür. Meyvelerin daldan kopma dirençleri, meyvelerin boyutsal özelliklerine uygun olarak hazırlanmış bir alüminyum aparat yardımıyla meyve sap eksenine doğrultusunda dijital kuvvet ölçer (Tronic;

HF-10, 100 N, Taiwan) kullanılarak Newton (N) cinsinden ölçülmüştür (Polat ve ark., 2007).

2.3. Nişasta İndeksi

Meyve sertliği ölçülen örnekler 2 eşit kısma bölünmüş ve sap kısmı tarafta kalan parçadan yaklaşık 1 cm genişliğinde bir dairesel dilim alınmış ve bu dairesel dilim üzerine % 0.5'lik iyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisi püskürtücü ile tamamen yüzey ıslanincaya kadar uygulanmıştır. Yaklaşık 5 dakika sonra nişasta içeren bölge koyu mavi renge boyanmış ve Blanpied ve Silsby, (1992)'nin hazırlamış olduğu skalaya (1-8 skala aralığı, 1= %100 nişasta, 8= %0 nişasta) göre değerlendirilmiştir.

2.4. Meyve Rengi

Meyvelerde renk ölçümü bir renk ölçer (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japan) vasıtasıyla, meyvenin ekvatorial kısmının direkt güneşe maruz kalan yüzeyi ile gölgeye maruz kalan yüzeyini temsil eden alan üzerinde yapılmış ve ortalamaları alınmıştır (Song ve ark., 1997; Abbott, 1999). Meyve kabuk rengi CIE L*, a* ve b* cinsinden belirlenmiştir. Hazırlanan skalaya göre, meyve rengi a* değeri, kırmızılık-yeşillik, b* değeri ise sarılık-mavilik olarak ifade edilmiştir. Kroma değeri $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, hue açısı değeri ise $h^\circ = \tan^{-1} \times b^*/a^*$ formülü ile belirlenmiştir. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değeri düşerken canlı renklerde artmaktadır. Hue açısı bir renk dairesi olup kırmızı-mor renkler 0° - 360° arasında açı değerini almakta iken, sarı değeri 90° açı değeri, mavimsi yeşil renkler ise 180° - 270° arasında açı değerini almaktadır (McGuire, 1992).

2.5. Meyve Ağırlığı

Meyve ağırlığı, 0.01 g hassasiyete sahip dijital terazi (Radvag PS 4500/C/1, Poland) ile ortalama olarak gram cinsinden belirlenmiştir.

2.6. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) ve pH

SÇKM miktarı, meyve suyu örneğinde dijital el refraktometresi (PAL-1, McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash.) pH ise, pH metre (Hanna, model HI9321) ile ölçülmüştür.

2.7. Titre Edilebilir Asitlik (TA)

Meyve suyundan 10 ml alınan örnekler, üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş ve örnekler 8.1 pH değerine ulaşana kadar 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titrasyonunda harcanan NaOH miktarı esas alınarak malik asit cinsinden ($\text{g.malik asit } 100 \text{ g}^{-1}$) ifade edilmiştir.

2.8. Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği, meyvenin ekvatorial bölgesi üzerinde üç farklı yerden kabuğu kesilmiş ve penetrometrenin (Effegi marka, model FT-327; McCormick Fruit Tech, Yakima, WA) 11.1 mm'lik

ucu ile kg olarak ölçülmüş ve daha sonra değerler Newton'a (N) çevrilmiştir.

2.9. İstatistiksel Deđerlendirme

Kopma direnci, nişasta indeksi, meyve rengi, meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği 3 farklı dönemde analize tabi tutulmuş ve tekerrürde 15 meyvede ölçümler yapılmıştır. Meyve rengi ve ağırlığı yalnızca tahmini hasatta tekerrürde 15 meyvede tespit edilmiştir. Kimyasal parametreler için her tekerrürde 15 meyve 5'erli 3 gruba ayrılmış ve elde edilen meyve sularında ölçümler yapılmıştır. Verilerin ortalamaları SAS programına göre değerlendirilip istatistik analize tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önem ($p < 0.05$) kontrolü Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Şekillerde hata çubukları % 5 önem seviyesine göre yerleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kümülatif Döküm Yüzdesi

Değişik uygulamaların kümülatif döküm oranı üzerine etkisi Çizelge 1'de verilmiştir. Ölçüm tarihleri dikkate alındığında, AVG uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık saptanmıştır. Tahmini hasat tarihinde uygulamalar içerisinde en düşük döküm oranı % 40 ile 300 mg L⁻¹ AVG uygulamasından, en yüksek döküm oranı kontrol uygulamasından elde edilmiştir. NAA uygulamasında, kontrol uygulamasından yaklaşık % 10 daha düşük döküm oranı gerçekleşmiş ve bu istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Ancak NAA uygulamasından, 300 ve 600 mg L⁻¹ AVG uygulamasına göre daha yüksek oranda döküm oranı tespit edilmiştir.

Hasat öñü dökümü önlemede AVG'nin etkisi çeşide ve uygulama zamanına göre farklılık göstermektedir (Bangerth, 1978; Byers, 1997; Greene ve Schupp, 2004). Çalışmamızda, NAA ve AVG uygulamaları kontrole göre hasat öñü dökümü önemli düzeyde azaltmıştır. En düşük döküm oranı AVG'nin 300 mg L⁻¹ dozundan elde edilmiştir. AVG, NAA'ya göre dökümü azaltmada daha etkin bir araçtır. Nitekim Greene (2002) AVG'nin hasat öñü dökümü azaltmak için NAA'ya göre daha iyi bir araç olduğunu bildirmektedir. İlave olarak Schupp ve Greene (2004), yaptıkları çalışmada NAA'nın AVG'ye göre dökümü kontrol etmede daha düşük bir etkiye sahip olduğunu bildirmektedir. Bizim bulgularımız araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

3.2. Kopma Direnci

Hasat dönemlerinin ve uygulamaların kopma direnci üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Kopma direnci meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak tüm uygulamalarda doğrusal bir azalış göstermiştir. Fakat bu azalış, AVG'nin 150 mg L⁻¹ dozu ve NAA uygulamasında istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. Hasat dönemlerinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle

AVG'nin artan dozlarının kopma direncini doğrusal olarak artırdığı tespit edilmiştir. Fakat kontrol ve NAA uygulaması tüm hasat dönemlerinde benzer bir değişim göstermiştir.

Kopma direnci meyvenin olgunluk düzeyine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Olgun meyveler ham meyvelere göre daldan daha kolay kopmaktadır (Erdoğan ve ark., 2003). Nitekim AVG meyvelerde olgunluğu geciktirmektedir (Greene and Schupp, 2004). AVG uygulamaları ile kopma direncinin artırılmasına, AVG'nin bu etkisi neden olarak gösterilebilir.

3.3. Nişasta İndeksi

Hasat dönemlerinin ve uygulamaların nişasta indeksi üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Nişasta indeksi üzerine hasat dönemlerinin herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. Uygulamalar açısından değerlendirildiğinde tüm hasat dönemlerinde en düşük nişasta indeksi 600 mg L⁻¹ AVG uygulamasından, en yüksek ise kontrol ve NAA uygulamasından elde edilmiştir. 8 Eylül'de yapılan analizlerde 600 mg L⁻¹ AVG uygulaması, diğer uygulamalardan önemli düzeyde farklı bulunmuştur.

Meyve olgunluğuna bağlı olarak nişasta parçalanması değişmektedir. Meyve olgunlaştıkça, nişastanın şekere dönüşümü hızlanmaktadır. AVG'nin olgunlaşmayı geciktirici etkisine bağlı olarak nişastanın şekere dönüşümü yavaşlamaktadır. Hasat dönemlerinde AVG'nin artan dozları ile nişastanın şekere dönüşümü yavaşlamış, fakat bu 15 ve 22 Eylül'de yapılan analizlerde istatistiksel farklılık meydana getirmemiştir. Nitekim Greene ve Schupp (2004), AVG'nin artan dozlarının nişasta şekere dönüşümünü geciktirdiğini bildirmektedir.

3.4. Meyve Rengi

Tahmini hasat tarihinde, değişik uygulamaların meyve rengi üzerine etkisine ilişkin bulgular Şekil 1'de gösterilmiştir. En yüksek L*, kroma ve hue açısı değeri 600 mg L⁻¹ AVG dozundan, en düşük L* ve hue açısı değeri 150 mg L⁻¹ AVG dozundan elde edilmiştir. AVG'nin artan dozları L* ve hue açısı değerini doğrusal olarak artırmıştır. En düşük kroma değeri 30.75 ile NAA uygulamasından elde edilmiştir. Ancak NAA'ya ait L* ve hue açısı değeri kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur.

AVG tahmini hasat tarihinde, hasat edilen meyvelerde kırmızı renklenmeyi geciktirmektedir. Araştırmacılar buna neden olarak AVG'nin meyvede olgunlaşmayı geciktirici etkisini göstermektedir (Byers, 1997; Stover ve ark., 2003; Greene ve Schupp, 2004). Nitekim çalışmamızda AVG'nin artan dozları ile kırmızı renk oluşumu geciktirilmiştir. Fakat olgunlaşmanın geciktirilmesi ile meyve ağaç üzerinde daha uzun süre kalmakta ve meyvede kırmızı renk oluşumunu teşvik eden ışıklanmadan ve gece gündüz sıcaklık farkından daha iyi istifade edilmektedir. NAA uygulamasının AVG'ye göre daha düşük değerler vermesini, NAA'nın olgunlaşmayı hızlandırmasına bağlayabiliriz. Kırmızı kabuk rengine sahip çeşitlerde, hue açısının 0'a yaklaşması, meyvede kırmızı renk gelişiminin arttığını göstermektedir. Benzer şekilde kroma değeri kırmızı renk gelişimi arttıkça düşmektedir (Rudell ve ark., 2005). Bu bilgiler dikkate alındığında, çalışmamızda 600 mg L⁻¹ AVG uygulaması kırmızı renk gelişimini geciktirmiştir. Elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bildirmiş olduğu (Greene ve Schupp, 2004; Phan-Thien ve ark., 2004) bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Kümülatif döküm yüzdesi üzerine değişik uygulamaların etkisi

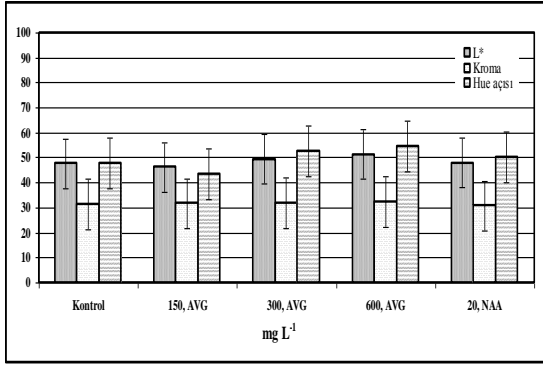
Uygulama (mg L ⁻¹)	Kümülatif döküm yüzdesi (%)					Uygulama Ortalaması
	24 Ağustos	31 Ağustos	7 Eylül	14 Eylül	21 Eylül	
Kontrol	15.65 b	35.26 a	49.01 a	56.65 a	63.01 a	43.92
150, AVG	19.40 a	39.55 a	48.51 a	50.00 b	53.73 b	42.24
300, AVG	19.51 a	32.20 a	35.61 b	38.05 d	40.00 d	33.07
600, AVG	14.47 b	30.82 a	36.67 b	42.08 c	49.58 c	34.72
20, NAA	15.61 b	35.66 a	43.41 a	49.61 b	52.71 b	39.40
Dönem ortalaması	16.93	34.7	42.64	47.28	51.81	

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

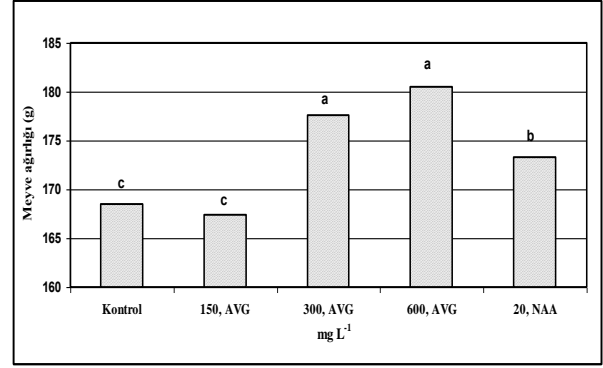
Çizelge 2. Kopma direnci ve nişasta indeksi üzerine hasat zamanı ve değişik uygulamaların etkisi

Uygulama (mg L ⁻¹)	Kopma direnci (N)			Nişasta indeksi		
	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül
Kontrol	17.99 b-A	15.25 d-AB	10.31 d-B	4.1 a-A	4.6 a-A	5.3 a-A
150, AVG	20.76 b-A	19.64 c-A	14.19bc-A	4.1 a-A	4.2 a-A	4.7 a-A
300, AVG	32.81 a-A	25.67 b-B	15.43ab-C	4.0 a-A	4.1 a-A	4.4 a-A
600, AVG	34.65 a-A	29.36 a-A	18.03 a-B	2.9 b-A	3.9 a-A	4.3 a-A
20, NAA	18.31 b-A	17.93 cd-A	11.80cd-A	4.1 a-A	4.2 a-A	5.1 a-A

Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).



Şekil 1. L*, kroma ve hue açısı değerleri üzerine değişik uygulamaların etkisi



Şekil 2. Değişik uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisi

3.5. Meyve Ağırlığı

Tahmini hasat tarihinde, değişik uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisine ilişkin bulgular Şekil 2'de gösterilmiştir. Meyve ağırlığı AVG'nin 300 ve 600 mg L⁻¹ dozu ile önemli düzeyde artırılmıştır. Meyve ağırlığı bakımından uygulamalar arasında en yüksek değeri (180.54 g) 600 mg L⁻¹ AVG dozu, en düşük değeri (167.42 g) ise 150 mg L⁻¹ AVG dozu vermiştir. Fakat 150 mg L⁻¹ AVG dozu, kontrol (168.54 g) uygulaması ile istatistiksel bakımdan benzer bulunmuştur.

AVG meyve iriliği üzerine direkt bir etki göstermemektedir. Fakat bazı çalışmalarda meyve iriliğini artırdığı bildirilmektedir (Schupp ve Greene, 2004; Greene, 2005). AVG elmada olgunlaşmayı geciktirerek, meyvenin ağaç üzerinde kalma süresini uzatmakta ve meyve iriliği üzerine dolaylı bir etki göstermektedir. Nitekim Amarante ve ark. (2002), meyvenin geç hasat edilmesi ile meyve iriliğinin artırılacağını bildirmektedirler. Çalışmamızda AVG'nin artan dozları ile meyve ağırlığı doğrusal olarak artmış, fakat 150 mg L⁻¹ AVG dozu, kontrol uygulamasından farksız bulunmuştur.

3.6. Suda Çözünbilir Kuru Madde Miktarı ve pH

Hasat dönemlerinin ve değişik uygulamaların SÇKM ve pH değeri üzerine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 3'de verilmiştir. SÇKM değeri, değişik uygulamalar ile 15 Eylül hasat döneminde azalmış, fakat 22 Eylül hasat döneminde artmıştır. Bu azalan artan değişim 300, 600 mg L⁻¹ AVG ve NAA uygulamasında istatistiksel olarak farklılık meydana getirmiştir. Uygulamalar dikkate alındığında, 8 ve 22 Eylül tarihinde yapılan hasatlarda 600 mg L⁻¹ AVG uygulaması diğer uygulamalardan önemli düzeyde farklı bulunmuştur.

pH değeri bakımından hasat dönemleri arasında istatistiksel fark tespit edilmiştir. Tüm uygulamalardan 8 Eylül'de elde edilen pH değerleri, tahmini hasattan önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Genel olarak tahmini hasada gidildikçe pH değerinde azalma meydana gelmiştir. Tahmini hasat tarihinde pH değeri bakımından 600 mg L⁻¹ AVG uygulaması diğer uygulamalardan farklı bulunmuştur.

Çizelge 3. SÇKM ve pH değeri üzerine hasat zamanı ve değişik uygulamaların etkisi

Uygulama (mg L ⁻¹)	SÇKM (%)			pH		
	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül
Kontrol	11.4 b-A	10.4 b-A	11.1 c-A	3.86 a-A	3.30 b-B	3.35 b-B
150, AVG	11.6 ab-A	10.8 a-A	11.1 c-A	3.92 a-A	3.36 b-B	3.38 b-B
300, AVG	11.6 ab-A	10.6 ab-B	11.6 b-A	3.93 a-A	3.51 b-B	3.39 b-C
600, AVG	11.7 a-B	10.4 b-C	13.2 a-A	3.96 b-A	4.18 a-A	3.40 a-B
20, NAA	11.6 ab-A	10.3 b-B	12.0 b-A	3.90 a-A	3.36 b-B	3.33 b-B

Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

Çizelge 4. TA ve meyve eti sertliği üzerine hasat zamanı ve değişik uygulamaların etkisi

Uygulama (mg L ⁻¹)	TA (g.100 g ⁻¹)			Meyve eti sertliği (N)		
	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül
Kontrol	0.18 c-B	0.22 a-AB	0.24 ab-A	71.84 c-A	70.86 b-A	69.32 c-A
150, AVG	0.21 b-A	0.24 a-A	0.23 b-A	76.35 b-A	74.65 a-A	73.08 ab-A
300, AVG	0.24 a-A	0.23 a-A	0.23 ab-A	77.79 ab-A	76.09 a-A	73.74 ab-A
600, AVG	0.26 a-A	0.25 a-A	0.25 a-A	79.79 a-A	76.45 a-A	75.34 a-A
20, NAA	0.19 c-B	0.22 a-A	0.23 b-A	75.50 b-A	74.43 a-A	72.30 b-A

Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

Meyvelerde olgunlaşmaya bağlı olarak SÇKM değeri yükselmektedir (Turk ve ark., 1995). AVG, elmada olgunlaşmayı geciktirmektedir (Greene, 2005;

Yuan ve Li, 2008). Çalışmamızda, AVG'nin olgunlaşmayı geciktirmesine bağlı olarak SÇKM miktarını kontrol uygulamasına göre daha düşük

seviyede tutması beklenmektedir. Aksine, tahmini hasat tarihi itibari ile en yüksek SÇKM miktarı 600 mg L⁻¹ AVG uygulamasından, en düşük kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Greene ve Schupp (2004) yaptıkları çalışmada, artan AVG dozlarının SÇKM içeriğini doğrusal olarak azalttığını bildirmektedir. Yine, Wargo ve ark. (2004), Jonagold elma çeşidinde yaptıkları çalışmada, AVG uygulanan meyvelerin SÇKM miktarının daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Fakat Jobling et al. (2003) erikte yaptığı çalışmada AVG'nin meyvenin SÇKM'sini etkilemediğini tespit etmişlerdir.

Genel olarak çalışmamızda tahmini hasat tarihine doğru pH içeriğinin azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Tüm hasat tarihlerinde AVG'nin artan dozlarının, pH içeriğini doğrusal olarak artırdığı görülmektedir. AVG meyvede olgunlaşmayı geciktirmektedir (Yuan ve Carbaugh, 2007). NAA uygulaması, kontrol ile benzerlik göstermiştir. Meyve olgunluğunu geciktirmede, AVG'nin NAA'dan daha etkin bir araç olduğu burada da görülmektedir.

3.7. Titre Edilebilir Asitlik

Hasat dönemlerinin ve değişik uygulamaların TA değeri üzerine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Hasat dönemleri dikkate alındığında tüm AVG uygulamalarının TA değerleri arasında benzerlik tespit edilmiştir. 8 Eylül'de hasat edilen meyvelerde, kontrol ve NAA'ya ait TA değeri, AVG uygulamalarından önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Ayrıca tüm hasat dönemlerinde 600 mg L⁻¹ AVG uygulamasından en yüksek TA değeri elde edilmiştir.

TA içeriği meyvenin olgunlaşma düzeyi ile yakından ilişkilidir. Olgunlaşma hızlandıkça meyvenin TA içeriği azalmaktadır. AVG, meyvede olgunlaşmayı geciktiren bir büyümeyi düzenleyicidir (Bangerth, 1978; Stover ve ark., 2003; Rath ve ark., 2006). Nitekim çalışmamızda olgunlaşmanın AVG dozları ile geciktirilmesine bağlı olarak TA içeriği kontrol uygulamasına göre yüksek çıkmıştır.

3.8. Meyve Eti Sertliği

Hasat dönemlerinin ve değişik uygulamaların et sertliği üzerine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Tahmini hasada doğru tüm uygulamalarda et sertliğinde doğrusal bir azalış meydana gelmiş, fakat bu azalış istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. Et sertliği üzerine uygulamalar arasında önemli (P<0.05) düzeyde fark tespit edilmiştir. Hasat dönemlerinden 8 ve 22 Eylül'de 600 mg L⁻¹ AVG uygulamasından elde edilen et sertliği, kontrol ve NAA uygulamasından önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Tahmini hasat tarihinde en yüksek et sertliği (75.54 N) 600 mg L⁻¹ AVG uygulamasından elde edilirken, en düşük (69.65 N) kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Et sertliği, en önemli olgunluk parametrelerinden biridir. Meyve olgunlaştıkça et sertliği azalış göstermektedir. AVG bir etilen inhibitörüdür. Etilen engelleyicileri ile meyvede etilen üretimi azaltılmakta

ve meyve etinde yumuşamaya neden olan enzim aktivitesi yavaşlamaktadır (Jobling et al., 2003). NAA ise meyvede olgunlaşmayı hızlandırmaktadır (Greene, 2006). Çalışmamızda, AVG uygulamaları ile et sertliği artırılırken, NAA uygulaması ile bu etkinlik sağlanamamıştır. Nitekim Schupp ve Greene (2004), Yuan ve Li (2008) ve Escalada ve Archbold (2009) yaptıkları çalışmalarda AVG'nin et sertliğini muhafaza etmede, kontrol ve NAA'ya göre daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

4. SONUÇ

Hasat önü döküm ve meyve kalite özellikleri üzerine AVG ve NAA'nın etkisinin incelendiği çalışmamızda, AVG'nin artan dozlarının dökümü önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir. NAA'nın etkisi, AVG'den daha düşük, fakat kontrolden önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Meyvenin dala tutunma kuvveti AVG uygulamaları ile artırılmış, NAA'nın herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. AVG uygulamaları nişastanın şekere dönüşümünü geciktirmiştir. SÇKM ve pH değeri üzerine büyümeyi düzenleyicilerin etkisi farklı olmuştur. AVG'nin 600 mg L⁻¹ dozu hem SÇKM hem de pH değerini tahmini hasat tarihinde artırmıştır. AVG uygulamalarının TA üzerine etkisi olumsuzken, meyve eti sertliği üzerine olumlu bir etki göstermiştir.

Hasat önü dökümün kontrol altına alınması ile üreticiler pek çok avantaj elde etmektedir. Özellikle, meyvenin optimal kimyasal içeriğe, iriliğe ve renklenmeye sahip olması için ağaç üzerinde optimal hasat tarihine kadar kalması çok önemlidir. Meyvenin dala tutunma kuvvetinin AVG uygulamaları ile artırılması üreticilerimizin ürünlerini daha uzun dönemde hasat etme ve pazarlama imkânı sağlayacaktır. Ayrıca bu sayede, işgücünü daha ekonomik kullanabileceklerdir. AVG'nin meyve eti sertliğini muhafaza etmesi hasat sonrası ürünlerin pazar ömrünü artıracaktır. Sonuç olarak AVG'nin bodur yetiştiricilikte kullanılması ile üreticilerimizin elde edeceği kazanç artacaktır.

5. TEŞEKKÜR

Çalışmamızda kullanılan etilen engelleyicisi ReTain ve bunun etkinliğini artıran Regulaid yayıcı yapıştırıcıyı (surfactant) bizlere temin eden sırasıyla ValentBioScience ve Kalo şirketlerine teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 15: 207–225.
- Amarante, C.V.T., Simioni, A., Megguer, C.A., Blum, L.B.E. 2002. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. *Rev. Bras. Frutic.*, p: 24–30.
- Anonim, 2010. Block-specific sprayer calibration worksheet. <http://www.umass.edu/fruitadvisor/clements/trvcalculator.html#1>, Erişim: Şubat 2010.

- Autio, W.R., Bramlage, W.J. 1982. Effects of AVG on maturation, ripening, and storage of apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 107:1074–1077.
- Bangerth, F. 1978. The effect of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop apple of fruits. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 103: 401–408.
- Blanpied, G.D., Silsby, K.J. 1992. Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Coop. Ext. Bul.*, 2212:1–12.
- Byers, R.E. 1997. Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of 'Delicious' apples. *J. Tree Fruit Prod.*, 2: 53–75.
- Curry, EA. 2006. Changes in ripening physiology of Delicious and Fuji apples treated preharvest with NAA. *Proc.Xth IS on Plant Bioregulators in Fruit. Acta Hort.*, 727: 481–488.
- Drake, S.R., Eisele, T.A., Elfving, D.C., Drake, M.A., Drake, S.L., Visser, D.B. 2005. Effects of the bioregulators aminoethoxyvinylglycine and ethephon on SSC, carbohydrate, acid, and mineral concentrations in 'Scarletspur Delicious' apple juice. *HortScience*, 40(5): 1421–1424.
- Elfving, D.C., Lougheed, E.C., Chu, C.L., Cline, R.A. 1990. Effects of daminozide, paclobutrazol, and uniconazole treatments on 'McIntosh' apples at harvest and following storage. *Am. Soc. Hortic. Sci.*, 115:750–756.
- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun E., Gezer, I. 2003. Mechanical Harvesting of Apricot. *Biosyst. Eng.*, 85:19–28.
- Escalada, S.V., Archbold, D.D. 2009. Preharvest aminoethoxyvinylglycine plus postharvest heat treatments influence apple fruit ripening after cold storage. *HortScience*, 44(6): 1637–1640.
- FAO, 2010. Statistic of apple. www.fao.org. Erişim: Şubat 2012.
- Greene, D.W., Kaminisky, K., Sincuk, J. 1987. An evaluation of stop drop materials in 1986. *Proc. Mass. Fruit Growers' Assn.*, 93: 74–78.
- Greene, D. W. 2002. Preharvest drop control and maturity of Delicious' apples as effected by Aminoethoxyvinylglycine (AVG). *J. Tree Fruit Prod.*, 3(1): 1–10.
- Greene, D.W., Schupp, J.R. 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, D.W. 2005. Time of Aminoethoxyvinylglycine applications influences preharvest drop and fruit quality of McIntosh' apples. *HortScience*, 40(7): 2056–2060.
- Greene, D.W. 2006. An update on preharvest drop control of apples with Aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Hort.*, 727: 311–319.
- Jobling, J., Pradhan, R., Morris, S.C., Mitchell, L., Rath, A.C. 2003. The effect of ReTain plant growth regulator [aminoethoxyvinylglycine (AVG)] on the postharvest storage life of 'Tegan Blue' plums. *Aust. J. Exp. Agr.*, 43: 515–518.
- Marini, R.P., Byers, R.E., Sowers, D.L. 1993. Repeated applications of NAA control preharvest drop of 'Delicious' apples. *J. Hortic. Sci.*, 68: 247–253.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254 – 1255.
- Phan-Thien, K.Y., Wargo, J.M., Mitchell, L.W., Collett, M.G., Rath, A.C. 2004. Delay in ripening of Gala and Pink Lady apples in commercial orchards following preharvest applications of aminoethoxyvinylglycine. *Aust. J. Exp. Agr.*, 44(8): 807–812.
- Polat, R., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D., Gezer İ., Bilim, C. 2007. Badem meyvesinin mekanik hasadı. *Tarimsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi*, 228–235, Kahramanmaraş.
- Rath, C.A., Kang, I.K., Park, C.H., Yoo, W.J., Byun, J.K. 2006. Foliar application of aminoethoxyvinylglycine (AVG) delays fruit ripening and reduces pre-harvest fruit drop and ethylene production of bagged "Kogetsu" apples. *Plant Growth Regul.*, 50: 91–100.
- Rudell, D.R., Fellman, J.K. 2005. Preharvest application of methyl jasmonate to Fuji apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting and bitter pit incidence. *HortScience*, 40(6): 1760–1762.
- Schupp, J.R., Greene, D.W. 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.
- Song, J., Weimin, D., Beaudry, R.M., Armstrong, P.R. 1997. Changes in chlorophyll fluorescence of apple fruit during maturation, ripening and senescence. *HortScience*, 32 (5) 891–896.
- Stover, E., Fargione, M.J., Watkins, C.B., Lungerman, K.A. 2003. Harvest management of 'Marshall McIntosh' apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38: 1093–1099.
- Türk, R., Kocak, K., Akbudak, B. 1995. The effect of modified atmosphere on storage period in plums. II National Horticultural Congress. p. 203-208 Adana, Turkey.
- Wang, Z.Y., Dille, D.R. 2001. Aminoethoxyvinylglycine, combined with Ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. *HortScience*, 36: 328–331.
- Wargo, J.M., Merwin, I.A., Watkins, C.B. 2004. Nitrogen Fertilization, Midsummer Trunk Girdling, and AVG Treatments Affect Maturity and Quality of 'Jonagold' Apples. *HortScience*, 39(3):493–500.
- Westwood, M.N. 1993. "Hormones and Growth Regulators", *Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture*, Portland, Oregon.
- Williams, M.W. 1980. Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apples with aminoethoxyvinylglycine. *HortScience*, 15: 76–77.
- Yuan, R., Carbaugh, H.D. 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.
- Yuan, R., Li, J. 2008. Effect of Sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on Ethylene Biosynthesis, Preharvest Fruit Drop, Fruit Maturity and Quality of 'Delicious' Apples. *HortScience*, 43: 1454–1460.