



Braeburn Elmasının (*Malus domestica* Borkh.) Hasat Önü Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Hasat Öncesi Bitki Gelişim Düzenleyici Uygulamalarının Etkisi

Burhan ÖZTÜRK^{1*}, Yakup ÖZKAN², Kemal KILIÇ³, Mutlu UÇAR³,
Orhan KARAKAYA¹, Medeni KARAKAYA¹

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 52200, Altınordu, Ordu

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 32260, Doğu Kampüsü, Isparta

³Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 60240, Taşlıçiftlik, Tokat

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Burhan Öztürk; burhanozturk55@gmail.com

Alındığı tarih (Received): 17.09.2014

Kabul tarihi (Accepted): 14.10.2014

Online Baskı tarihi (Printed Online): 09.02.2014

Yazılı baskı tarihi (Printed): 20.03.2015

Özet: Bu çalışmada, hasat öncesi uygulanan naftalen asetik asit (NAA) ve aminoetoksiviniilglisin (AVG) uygulamalarının, Braeburn elmasının meyve kalitesi ve hasat önü dökümü üzerine etkileri incelenmiştir. Deneme ağaçları, tahmini hasattan 4 hafta önce 20 mg L⁻¹ NAA ve 150, 225 ve 300 mg L⁻¹ olmak üzere 3 (üç) farklı miktarda AVG konsantrasyonu ile muamele edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında, NAA ve AVG uygulamalarının hasat önü dökümünü önemli miktarda azalttığı ortaya konmuştur. Meyve renk gelişimi, AVG uygulamaları ile önemli derecede geciktirilmiştir. 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG uygulama konsantrasyonlarının 1, 8 ve 15 Ekim tarihlerinde yapılan hasatta meyve ağırlığını önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. AVG uygulamaları meyve eti sertliğinin korunmasında daha etkili olmuştur. Fakat NAA uygulaması tahmini hasat tarihinde hem meyve eti sertliğini, hem de kopma direncini önemli derecede azaltmıştır. AVG uygulamaları nişasta parçalanmasını önemli derecede geciktirmiş ve suda çözünür kuru madde miktarını azaltmıştır. AVG'nin 225 ve 300 mg L⁻¹ konsantrasyonu ile muamele olmuş meyveler 1, 8 ve 15 Ekim tarihinde kontrol ve NAA uygulamalarından daha yüksek titre edilebilir asitlik içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aminoetoksiviniilglisin, meyve eti sertliği, kopma direnci, nişasta indeksi, renk.

The effects of pre-harvest plant growth regulators treatments on pre-harvest drop and fruit quality of Braeburn apple (*Malus domestica* Borkh.)

Abstract: In this study, effects of pre-harvest applied aminoethoxyvinylglycine (AVG) and naphthaleneacetic acid (NAA) treatments on the pre-harvest drop and fruit quality of 'Braeburn' apple were investigated. Experimental trees were treated with three different concentrations (150, 225 and 300 mg L⁻¹) of AVG and 20 mg L⁻¹ NAA 4 weeks before anticipated harvest date. Results which were obtained revealed that NAA and AVG treatments significantly decreased pre-harvest drops compared to control treatment. AVG treatments significantly delayed peel color development. The fruit weight was significantly reduced by 225 and 300 mg L⁻¹ AVG concentration at 1, 8 and 15 October harvest date. AVG treatments were more effective in retaining of flesh firmness. But NAA treatment significantly reduced both flesh firmness and fruit removal force at anticipated harvest. AVG treatments significantly delayed starch degradation, and reduced soluble solids content. 225 and 300 mg L⁻¹ AVG-treated fruits exhibited higher titratable acidity than control and NAA on 1, 8 and 15 October.

Key words: Aminoethoxyvinylglycine, color, fruit flesh firmness, removal force, starch index.

1. Giriş

Elma, yüksek besin içeriği, lezzeti, tadı ve kendine has aroması ile zevkle tüketilen bir meyvedir (Miller ve Rice 1997). Ülkemiz, 2012 yılı dünya elma üretiminde 2,9 milyon ton ile 3. sırada (% 4 ile) yer almaktadır (FAO 2014).

Ancak, bu üretim miktarına rağmen, birim alandan elde edilen verim istenilen düzeyde değildir (Öztürk 2012). Bu verim kaybına en büyük neden olarak hasat öncesi meydana gelen dökümler gösterilmektedir (Ward 2004; Greene 2006; Öztürk 2012).

Dökümler fizyolojik, genetik ve yetiştirme teknikleri ile ilişkilendirilmektedir (Greene 2006). Yapılan araştırmalar sonucunda, hasat öncesi kısa süreli yüksek sıcaklıklar, ağacın verim durumu (Southwick 1938), tercih edilen anaç, aşırı azot gübrelemesi (Wargo ve ark. 2004), ağacın yaşı (Ward 2004), yetersiz bakım koşulları özellikle meyve tür ve çeşidine bağlı olarak yapılan sulama, bitki besleme, yabancı ot kontrolü, budama ve terbiye sistemi gibi uygulamalar dökümün miktarını belirlemektedir (Stampar ve ark. 2002; Wargo ve ark. 2004).

Birçok fizyolojik olayda olduğu gibi, meyve dökümünde de bitkisel hormonların önemli rol oynadığı bilinmektedir. Bir olgunlaşma hormonu olarak bilinen etilenin, meyvede olgunlaşma ve döküm olayında önemli bir role sahip olduğu birçok çalışma sonucunda tespit edilmiştir. Bitkilerde doğal olarak üretilen etilen, hücre duvarının parçalanmasına yol açan pektin esterasez, endo ve exo poligalakturonaz, endo-1,4-β-D-glukanaz ve selüloz enzimlerinin aktivitesini artırarak, meyvelerde yumuşamaya ve olgunluğun hızlanmasına, buna bağlı olarak da meyvenin ağaçtan kopmasına neden olmaktadır (Ward 2004).

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin ve hasat önu dökümün kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bugün bu amaç için meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler gerek hasat önu dökümü kontrol etmek amacıyla, hasat öncesi ağaç üzerinde, gerekse depo ömrünü uzatmak için hasattan sonra kullanılmaktadır (Yuan ve Carbaugh 2007; Öztürk 2012). Meyve ağaç üzerindeyken uygulanan etilen engelleyicilerin başında AVG gelmektedir (Greene 2006; Öztürk 2012).

AVG doğal bir etilen engelleyicisi olup içsel etilen konsantrasyonunu engelleyerek, meyvenin olgunluğunu geciktirmekte ve buna bağlı olarak hasat önu dökümü azaltmaktadır. Ayrıca hasat sonrası meyve eti sertliğinde meydana gelen kaybı geciktirmekte, muhafaza ömrünü artırmakta, ağaç üzerinde kalma süresini uzatmakta ve buna bağlı olarak dış görünüş, meyve yapısı ve meyve tadı gibi birçok kalite parametresini olumlu yönde etkilemektedir (Autio ve Bramlage 1982). Yine AVG hasadı geciktirerek dolaylı yünden meyve işleme, paketlenme, depolama ve pazarlama işlemleri için esneklik sağlayabilmektedir (Amarante ve ark. 2002).

Hasat önu dökümün engellenmesi için kullanılan bir diğer gelişim düzenleyici ise naftalen asetik asit'tir. Ancak naftalen asetik asit'ten her zaman istenilen düzeyde sonuç alınmaması ve meyvelerde hasat sonrası hızlı yumuşamaya neden olması üreticiler tarafından tercih edilmemesine neden olmuştur (Greene ve Schupp 2004).

Bu çalışmada, tahmini hasattan 4 hafta önce AVG ve NAA ile muamele edilen 'Braeburn' elma çeşidinin hasat önu döküm yüzdesi, renk özellikleri, meyve ağırlığı, geometrik çap, kopma direnci, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik ve nişasta indeksi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneme alanı ve materyali

Bu çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Araştırma Merkezi'nde bulunan 6 yaşlı, 60 adet M26 anacı üzerine aşılı Braeburn elma çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Deneme ağaçları sıra arası 3,5 m, sıra üzeri 1,5 m olacak şekilde dikilmiştir. Deneme alanının 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⁻¹ sulama yapılmıştır. Deneme alanında gübreleme Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında ağaç başına 15 g azot, 25 g potasyum oksit (K₂O, % 60), 25 g amonyum sülfat (NH₄SO₄), 5 g mono amonyum fosfat (MAP), 15 g potasyum sülfat (K₂SO₄) ve Ağustos ayı içerisinde 5 g kalsiyum nitrat (CaNO₃) uygulaması 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, slender spindle sistemine göre terbiye edilmiştir. Deneme bahçesine dolu ve güneş yanığına karşı file sistemi (siyah renkli file) kurulmuştur.

2.2. Metot

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Ağaçlar 4 blok ve her bir blokta 15 ağaç olacak şekilde gruplandırılmıştır. Her bir blokta her bir uygulama için 3 ağaç belirlenmiş ve

bu ağaçlardan 2 tanesi analizlerin yapılmasında örneklemeler için diğeri ise dökümün tespiti için kullanılmıştır.

Araştırmada hasat önü dökümü azaltmak amacıyla organik bir bileşik olan ReTain [% 15 AVG içerir (ValentBioScience, Libertyville, Amerika)] ve NAA (Sigma-Aldrich, Türkiye) kullanılmıştır. Bu amaçla, tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce (17 Eylül) 150, 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG dozları ve 20 mg L⁻¹ NAA dozu kullanılmıştır. Ayrıca yüzey gerilimini azaltmak ve bitkiye uygulanan materyalin etkinliğini artırmak amacıyla iyonik olmayan Sylgard-309 (DowCorning, Toronto, Kanada) yayıcı yapıştırıcı kullanılmıştır. Kontrol amacıyla kullanılmış ağaçlarda ise sadece su ve yayıcı yapıştırıcı madde içeren çözelti püskürtülmüştür. Her bir ağaca uygulanacak spreyn hacmi, araştırmacıların (Anonim 2012) geliştirmiş olduğu formül ile hesaplanmış ve bu çerçevede her bir ağaca 150 mL spreyn 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 4 farklı hasat tarihinde (24 Eylül ile 1, 8 ve 15 Ekim 2012) elle hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin fiziksel ve kimyasal ölçümleri 4 saatlik zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Meyveler, su kaybını en aza indirmek için plastik poşet içerisinde laboratuvara getirilmiştir.

AVG ve NAA uygulanmış Braeburn elma çeşidinden elde edilen meyvelerde; kümülatif döküm yüzdesi, renk özellikleri, geometrik çap, meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, kopma direnci, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik ve nişasta indeksi incelenmiştir.

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.

Renk özellikleri: Meyvelerin kabuk rengi L*, a* ve b* olarak, Konica Minolta (model CR-400, Tokyo, Japonya) renk ölçer yardımıyla meyvenin ekvatorial kısmının doğrudan güneşi gören yüzeyi ile gölgede kalan yüzeyini temsil eden alan üzerinde yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.

Geometrik çap: Meyvenin boyu (L), eni (W) ve genişliği (T) 0,01 mm hassasiyete sahip dijital kumpas (SPI Tronic 6", Amerika) yardımıyla ölçülüp; Mohsenin (1970) tarafından bildirilen eşitliğe [Geometrik çap= (LWT)^{1/3}] göre tespit edilmiştir.

Meyve ağırlığı: Meyve ağırlığı, 0,01 g hassasiyete sahip, dijital terazi (Radvag PS 4500/C/1, Polonya) ile belirlenmiştir.

Meyve eti sertliği: Meyve eti sertliği, meyvenin ekvatorial bölgesi üzerinde üç farklı yerden kabuğu kesilmiş ve penetrometrenin (FT-327 McCormick Fruit Tech., Yakima, ABD) 11,1 mm'lik ucu kullanılarak ölçülmüştür. Ölçülen değerler Newton (N) olarak ifade edilmiştir.

Kopma direnci: Meyvelerde kopma direnci, ağacın 1,5–2,0 m yüksekliğinde bulunan meyve dalları üzerindeki mevcut meyvelerde ölçülmüştür. Meyvelerin daldan kopma dirençleri, meyvelerin boyutsal özelliklerine uygun olarak hazırlanmış bir aparat yardımıyla meyve sap eksenine doğrultusunda dijital kuvvet ölçer (Tronic, HF-10, Tayvan) kullanılarak Newton (N) cinsinden belirlenmiştir.

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM): Suda çözünebilir kuru madde miktarı iyi bir süzgeçten geçirilmiş meyve suyu örneğinde dijital el refraktometresi (PAL-1, McCormick, Wash., Amerika) ile ölçülmüştür.

Titre edilebilir asitlik (TA): Titre edilebilir asitlik tayini için iyi bir süzgeçten geçirilmiş meyve suyu örneğinden 10 ml alınarak üzerine 10 ml saf su eklenmiştir ve pH metrede (Hanna, model HI9321) okunan değer 8,1 oluncaya kadar hazırlanan örnek üzerine 0,1 mol L⁻¹ sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ilave edilmiştir. Harcanan sodyum hidroksit miktarı dikkate

alınarak malik asit (g malik asit 100 g⁻¹) cinsinden hesaplama yapılmıştır.

Niştasta indeksi: Meyve örnekleri 2 eşit kısma bölünmüş ve sap kısmı tarafında kalan parçadan, yaklaşık 1 cm genişliğinde bir dairesel dilim alınmış ve bu dairesel dilim üzerine % 0,5'lik iyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisi, plastik el püskürtücüsü ile tamamen ıslanincaya kadar püskürtülmüştür. Yaklaşık 15 dakika sonra niştasta içeren bölge koyu mavi renge boyanmış ve araştırmacıların (Blanpied ve Silsby 1992) hazırlamış olduğu skalaya (1–8 skala aralığı, 1= % 100 niştasta, 8= % 0 niştasta) göre değerler verilmiştir.

2.3. İstatistiksel Değerlendirme

Meyve rengi, geometrik çap, meyve ağırlığı, et sertliği, kopma direnci ve niştasta indeksi 4 farklı dönemde analize tabi tutulmuş ve tekrerde 20 meyvede ölçümler yapılmıştır. SÇKM ve titre

edilebilir asitlik, her tekrerde 10 meyveden elde edilen meyve suyunda 3 okuma yapılarak belirlenmiştir. Verilerin ortalamaları SAS istatistik programında analize tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önem (p<0.05) kontrolü Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kümülatif döküm yüzdesi

Kontrol ile karşılaştırıldığında, NAA ve AVG uygulamalarının hasat önu dökümü önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca AVG konsantrasyonları arasında dökümün şiddetini belirleme bakımından da farklılıklar gözlemlenmiştir. Yüksek AVG konsantrasyonlarının dökümü geciktirdiği, NAA'nın etkisinin de AVG'nin yüksek konsantrasyonlarına benzer bir etki gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 'Braeburn' elmasının hasat önu döküm oranı üzerine NAA ve AVG uygulamalarının etkisi
Table 1. The effect of NAA and AVG treatments on preharvest drop ratio of 'Braeburn' apple

Uygulamalar (mg L ⁻¹)	Hasat önu döküm oranı (%)				
	17 Eylül	24 Eylül	01 Ekim	08 Ekim	15 Ekim
Kontrol	5,12 a	8,89 a	14,82 a	28,55 a	35,21 a
150, AVG	3,72 a	6,00 b	9,63 b	13,94 b	20,60 b
225, AVG	2,87 a	5,46 bc	6,69 c	14,29 b	17,66 c
300, AVG	2,67 a	3,13 c	5,49 c	10,48 c	12,32 d
20, NAA	3,53 a	4,42 bc	5,37 c	7,96 d	13,34 d

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre önemlidir (P<0,05). Means in columns with the same letter do not differ, according to Duncan's Multiple Range test, P<0.05.

Hasat öncesinde uygulanan AVG'nin meyvede etilen sentezini engelleyerek olgunlaşma sürecini yavaşlattığı ve bu sayede hasat önu dökümü azalttığı bildirilmektedir (Rath ve Prentice 2004; Greene 2006; Yuan ve Carbaugh 2007). Meyvenin dala tutunma noktasındaki absisyon tabakası olgunlaşma sürecinde etilen üretimi ile daha hassas hale gelmekte ve döküm hızlanmaktadır (Yuan ve Carbaugh 2007).

ve Carbaugh (2007), NAA'nın dökümü engellemede AVG kadar etkili olduğunu bildirmiştir. Elde ettiğimiz bulgular araştırmacının bulguları ile benzerdir. Ancak NAA'nın dökümü engellemede AVG kadar etkili olmadığını

Çalışmamızda AVG'nin artan konsantrasyonları ile döküm oranı önemli düzeyde geciktirilmiştir. Farklı elma çeşitlerinde yapılan çalışmalarda, AVG'nin hasat önu dökümünü azalttığına yönelik bulgular mevcuttur. Nitekim Greene ve Schupp (2004)'un 'McIntosh'; Yuan ve Carbaugh (2007)'un 'Golden Supreme' ve 'Golden Delicious'; Yuan ve Li (2008)'nin 'Delicious'; Yıldız ve ark. (2012) 'Red Chief' elmalarında yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yuan

gösteren bulgularda mevcuttur (Greene ve Schupp 2004; Yıldız ve ark. 2012).

3.2. Renk özellikleri

L* değeri üzerine, 300 mg L⁻¹ AVG

uygulamasının 1 ve 8 Ekim tarihinde yapılan ölçümleri hariç, uygulamaların herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. Uygulamaların kroma değeri üzerine etkisi de kontrolden farksız bulunmuştur.

Tüm hasat dönemlerinde AVG uygulamaları ile hue açısı değeri artmıştır. NAA'nın hue açısı üzerine yalnızca 15 Ekim hasat döneminde önemli bir etkisi olmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. 'Braeburn' elmasının renk özellikleri (L^* , kroma, hue açısı) üzerine NAA ve AVG uygulamalarının etkisi

Table 2. The effect of NAA and AVG treatments on color characteristics (L^* , chroma, hue angle) of 'Braeburn' apple

Uygulamalar (mg L ⁻¹)	Hasat tarihi			
	24 Eylül	01 Ekim	08 Ekim	15 Ekim
	L^*			
Kontrol	67,8 a	60,5 b	56,4 bc	53,4 ab
150, AVG	69,1 a	61,1 ab	57,9 ab	54,3 a
225, AVG	70,4 a	62,5 ab	58,3 ab	55,1 a
300, AVG	71,1 a	64,0 a	60,1 a	56,2 a
20, NAA	68,0 a	60,2 b	54,2 c	51,0 b
	Kroma			
Kontrol	48,2 a	41,2 a	39,4 a	39,7 a
150, AVG	48,7 a	42,2 a	39,7 a	38,3 a
225, AVG	48,8 a	40,8 a	38,9 a	38,2 a
300, AVG	49,8 a	40,6 a	38,5 a	38,5 a
20, NAA	45,3 b	39,5 a	38,6 a	38,0 a
	Hue açısı			
Kontrol	93,2 c	71,9 c	62,0 c	53,3 c
150, AVG	98,9 b	78,2 b	70,1 b	59,7 ab
225, AVG	106,2 a	81,3 ab	70,7 b	58,8 ab
300, AVG	105,1 a	84,3 a	74,4 a	62,0 a
20, NAA	96,5 bc	74,1 c	60,6 c	56,8 b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre önemlidir ($P < 0,05$). Means in columns with the same letter do not differ, according to Duncan's Multiple Range test, $P < 0,05$.

AVG'nin kırmızı renk gelişimi üzerine etkisinin direkt olmadığı, bu etkinin olgunluğun gecikmesinin doğal bir sonucu olduğu bildirilmektedir (Greene ve Schupp 2004). Bir etilen engelleyici olan AVG etilen sentezini engelleyerek olgunluğu geciktirmekte, dolayısı ile kırmızı kabuk renk gelişimi geciktirmektedir. Çalışmamızda diğer renk parametreleri üzerine genel olarak herhangi bir etki göstermezken, kırmızı renk gelişiminin göstergesi olan hue açısı değerini artırmıştır. Hue açısının kırmızı kabuk rengine sahip meyvelerde 0'a yaklaşması kırmızı renk tonunun arttığının göstergesidir (Rudell ve ark. 2005). Çalışmamızda ise hue açısı gerek NAA gerekse kontrolden daha yüksek bulunmuştur. Elde ettiğimiz bulgular Stover ve

ark. (2003)' nın 'McIntosh' ; Yuan ve Carbaugh (2007)' un 'Golden Supreme' ve 'Golden Delicious' elma çeşitlerinde yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulgularla uyumludur. Ayrıca Yıldız ve ark. (2012) AVG'nin yüksek dozlarının etkisinin kırmızı renk gelişiminin geciktirilmesi üzerine daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

3.3. Geometrik çap ve meyve ağırlığı

Uygulamaların geometrik çap üzerine her hangi bir etkisi tespit edilememiştir. Meyve ağırlığı, 24 Eylül hariç diğer hasat dönemlerinde 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG uygulamaları ile önemli derecede daha düşük bulunmuştur. NAA'nın meyve ağırlığı üzerine etkisi kontrol ile benzer bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. ‘Braeburn’ elmasının geometrik çapı ve meyve ağırlığı üzerine NAA ve AVG uygulamalarının etkisi**Table 3.** *The effect of NAA and AVG treatments on geometric mean diameter and fruit weight of ‘Braeburn’ apple*

Uygulamalar (mg L ⁻¹)	Hasat tarihi			
	24 Eylül	01 Ekim	08 Ekim	15 Ekim
	Geometrik çap (mm)			
Kontrol	71,31 a	72,68 a	73,82 a	75,05 a
150, AVG	72,02 a	72,32 a	73,27 a	75,19 a
225, AVG	72,44 a	72,96 a	73,41 a	74,93 a
300, AVG	72,51 a	72,90 a	73,19 a	74,81 a
20, NAA	72,68 a	73,45 a	74,07 a	75,10 a
	Meyve ağırlığı (g)			
Kontrol	221,7 a	231,3 a	235,9 a	244,1 a
150, AVG	222,7 a	229,9 a	234,3 a	241,0 a
225, AVG	218,7 a	227,2 b	231,0 b	236,3 b
300, AVG	218,0 a	226,3 b	230,7 b	237,7 b
20, NAA	221,0 a	230,6 a	234,0 a	241,0 a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre önemlidir (P<0,05). Means in columns with the same letter do not differ, according to Duncan's Multiple Range test, P<0.05.

AVG'nin meyve ağırlığı ve diğer boyutsal özellikler üzerine doğrudan bir etkisinin olmadığı pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Greene 2002; Schupp ve Greene 2004; Yuan ve Li 2008). Bu etkinin olgunluğun geciktirilmesinin, yani gelişim düzeylerinin farklılığından kaynaklanabileceği ifade edilebilir. Diğer taraftan AVG'nin bu etkisi çeşitlere göre farklılık gösterebilmektedir. Nitekim Petri ve ark. (2006) AVG'nin ‘Imperial Gala’ çeşidinde meyve ağırlığını arttırdığını, ‘Fuji’de ise önemli bir değişime neden olmadığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise yüksek AVG konsantrasyonlarının diğer uygulamalara göre meyve ağırlığını azalttığı tespit edilmiştir.

3.4. Meyve eti sertliği ve kopma direnci

Kontrol ile karşılaştırıldığında en yüksek meyve eti sertliği 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG uygulamalarından elde edilmiştir. Son hasat döneminde, meyve eti sertliği tüm AVG uygulamaları önemli düzeyde muhafaza edilirken, NAA uygulaması ile önemli derecede düşmüştür. İlk iki hasat döneminde tüm uygulamaların kopma

direnci benzer bulunmuştur. Ancak 8 Ekim’de 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG uygulamalarıyla, tahmini hasatta ise yalnızca 300 mg L⁻¹ AVG konsantrasyonu ile kopma direnci önemli düzeyde korunmuştur. Aksine tahmini hasatta NAA uygulaması ile kopma direnci önemli derecede düşmüştür (Çizelge 4).

Çalışmamızda özellikle yüksek AVG konsantrasyonlarının et sertliğini önemli derecede muhafaza ettiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar (Greene ve Schupp 2004; Yuan ve Carbaugh 2007; Greene 2006; Öztürk 2012) AVG'nin meyve eti sertliğinde meydana gelen kaybı yavaşlatmasına neden olarak olgunluğu geciktirmesini göstermektedirler. Nitekim Greene (2005) ‘McIntosh’; Yuan ve Li (2008) ‘Delicious’; Yıldız ve ark. (2012) ‘Red Chief’ elmalarında yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçları rapor etmişlerdir. Ancak meyve et sertliği üzerine NAA etkisi olumsuz olmuştur. Yuan ve ark. (2007) NAA'nın meyvede olgunlaşmayı teşvik ettiğini, bu yüzden meyve etinde yumuşamaya neden olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4. ‘Braeburn’ elmasının et sertliği ve meyve kopma direnci üzerine NAA ve AVG uygulamalarının etkisi

Table 4. The effect of NAA and AVG treatments on flesh firmness and fruit removal force of ‘Braeburn’ apple

Uygulamalar (mg L ⁻¹)	Hasat tarihi			
	24 Eylül	01 Ekim	08 Ekim	15 Ekim
	Et sertliği (N)			
Kontrol	90,4 b	84,9 b	68,4 c	59,1 c
150, AVG	91,8 ab	79,4 c	70,9 b	66,0 b
225, AVG	92,8 ab	86,1 b	73,2 b	66,8 b
300, AVG	94,2 a	90,9 a	78,0 a	72,8 a
20, NAA	91,8 ab	83,9 b	70,9 b	55,9 d
	Meyve kopma direnci (N)			
Kontrol	22,5 a	18,1 a	15,9 b	14,8 b
150, AVG	22,5 a	18,8 a	16,5 b	16,2 ab
225, AVG	23,0 a	19,8 a	18,4 a	16,6 ab
300, AVG	23,4 a	20,7 a	18,9 a	17,6 a
20, NAA	22,3 a	18,9 a	15,9 b	14,0 c

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre önemlidir (P<0,05). Means in columns with the same letter do not differ, according to Duncan's Multiple Range test, P<0.05.

Autio ve Bramlage (1982) AVG'nin kopma direncini arttırılabileceğini bildirmiştir. Nitekim 8 ve 15 Ekim hasat tarihleri dikkate alındığında AVG uygulamalarının diğer uygulamalara göre kopma direncini muhafaza ettiği gözlemlenmiştir. Yine Yıldız ve ark. (2012) ‘Red Chief’ elmasında uygulanan tüm AVG konsantrasyonlarının kopma direncini önemli düzeyde koruduğunu bildirmiştir.

3.5. Suda çözünebilir kuru madde miktarı, Titre edilebilir asitlik ve Nişasta indeksi

Hasat tarihleri dikkate alındığında suda çözünebilir kuru madde miktarının AVG konsantrasyonları ile önemli derecede azaldığı, buna bağlı olarak da nişasta parçalanmasının geciktirildiği tespit edilmiştir. Aksine titre edilebilir asitlik içeriği ise yüksek AVG konsantrasyonlarında daha belirgin olmakla birlikte artış göstermiştir. NAA uygulamasına ait meyvelerin hem kimyasal hem de nişasta parçalanması ise kontrol ile benzer bulunmuştur (Çizelge 5).

Elmada nişastanın şekere dönüşmesi ile birlikte SÇKM miktarı artmaktadır (Stover ve ark. 2003). Ancak AVG nişasta parçalanmasını geciktirerek meyvenin SÇKM içeriğini azaltmaktadır (Greene

2002; Greene ve Schupp 2004; Wargo ve ark. 2004). Nitekim çalışmamızda AVG'nin meyvede SÇKM içeriğini azalttığı, aksine asitlik içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Greene (1996) ‘Delicious’; Yıldız ve ark. (2012) ‘Red Chief’ elmalarında benzer sonuçları bildirmişlerdir. Titre edilebilir asitlik miktarı, meyve olgunlaşmasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Zanella 2003; Sır 2006). Olgunlaşmış meyvelerdeki titre edilebilir asitlik miktarı, ham meyvelere göre daha düşüktür (Mattheis ve ark. 2001).

AVG meyvenin olgunlaşmasını geciktirerek meyvedeki nişasta parçalanmasını yavaşlatmaktadır. Aksine NAA meyvenin olgunlaşmasını teşvik ettiğinden dolayı nişasta parçalanmasını hızlandırmaktadır (Amarante ve ark. 2002; Greene 2005; Yuan ve Carbaugh 2007). Nitekim çalışmamızda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular Greene (2005)’nin ‘McIntosh’; Yuan ve Li (2008)’nin ‘Delicious’; Yıldız ve ark. (2012)’nin ‘Red Chief’ elmalarında elde ettiği bulgularla paralellik göstermektedir.

Çizelge 5. ‘Braeburn’ elmasının suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik ve nişasta indeksi üzerine NAA ve AVG uygulamalarının etkisi**Table 5.** The effect of NAA and AVG treatments on soluble solids content, titratable acidity and starch degradation of ‘Braeburn’ apple

Uygulamalar (mg L ⁻¹)	Hasat tarihi			
	24 Eylül	01 Ekim	08 Ekim	15 Ekim
Suda çözünür kuru madde (SSC)				
Kontrol	11,6 a	12,6 a	13,1 a	13,4 a
150, AVG	11,2 b	11,8 b	12,5 b	12,8 b
225, AVG	11,0 b	11,6 b	12,2 b	12,7 b
300, AVG	11,1 b	11,4 b	11,7 c	12,4 b
20, NAA	11,6 a	12,3 a	13,1 a	13,3 a
Titre edilebilir asitlik (g malik asit 100 ⁻¹ mL)				
Kontrol	0,72 a	0,64 c	0,60 b	0,53 b
150, AVG	0,71 a	0,63 c	0,61 b	0,59 a
225, AVG	0,74 a	0,67 b	0,64 a	0,61 a
300, AVG	0,74 a	0,72 a	0,66 a	0,62 a
20, NAA	0,71 a	0,64 c	0,56 c	0,49 b
Nişasta indeksi (1-8*)				
Kontrol	3,3 b	5,8 a	6,3 a	7,2 a
150, AVG	3,2 b	5,0 ab	5,8 a	6,2 b
225, AVG	3,1 b	4,0 b	4,8 b	5,2 c
300, AVG	2,7 b	3,0 c	3,5 c	4,8 c
20, NAA	5,3 a	5,3 a	5,8 a	7,0 a

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

* 1= 100% starch, 8= 0% starch. Means in columns with the same letter do not differ, according to Duncan's Multiple Range test, P<0.05.

4. Sonuç

Braeburn elma çeşidinde hasat önu dökümü ve meyve kalitesi üzerine AVG ve NAA' in etkisinin incelendiği çalışmamızda, her iki gelişim düzenleyicinin de dökümün şiddetini azaltmada etkili olduğu, bunun yanında NAA ve AVG'nin yüksek dozlarının daha etkili olduğu tespit edilmiştir. AVG olgunluğa bağlı olarak kırmızı renk gelişimini geciktirirken, meyve ağırlığını azaltmıştır. Ayrıca tahmini hasada doğru AVG uygulamaları ile meyve eti sertliğinde meydana gelen kaybın yavaşlatıldığı, kopma direncinin muhafaza edildiği, nişasta parçalanmasının geciktirilmesine bağlı olarak SÇKM değerinin azaldığı, aksine asitliğin arttığı tespit edilmiştir. NAA'nın ise meyve etinde yumuşamayı teşvik ettiği ve kopma direncini azalttığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Amarante CVT, Simioni A, Megguer CA, Blum LBE (2002). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24–3.
- Anonim (2012). Block-specific sprayer calibration worksheet. <http://www.umass.edu/fruitadvisor/clements/trvcalculator.html#1>, Erişim: Temmuz 2012.
- Autio WR, 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, Silsby KJ (1992). Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Cooperation Extension Bulletin*, 2212: 1–12.
- FAO (2014). Food and Agriculture Organization (Erişim 10.07.2014).
- Greene DW (1996). Ethylene based preharvest growth regulators. In: Maib, K., Andrews, P., Lang, G. And Mullinex, K. (eds) *Tree Fruit Physiology, Growth and Development Good Fruit Grower*, Yakima, Washington, 149–159.
- Greene DW (2002). Preharvest drop control and maturity of ‘Delicious’ apples as effected by aminoethoxyvinylglycine (AVG). *Journal of Tree Fruit Production*, 3 (1): 1–10.

- Greene DW, 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 (2005). Time of aminoethoxyvinylglycine application influences preharvest drop and fruit quality of 'McIntosh' apples. *HortScience*, 40 (7): 2056-2060.
- Greene DW (2006). An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Horticulturae*, 727: 311-319.
- Mattheis J, Fan X, Argenta I (2001). Responses of Pacific Northwest apples to 1- methylcyclopropene (MCP). Proceeding of 2001 Washington Tree Fruit Postharvest Conference. March 13th-14th, Wenatchee, WA.
- Miller NJ, Rice ECA (1997). The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chemistry*, 60(3): 331-337.
- Mohsenin NN (1970). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publisher, pp 51-87.
- Öztürk B (2012). 'Jonagold' elma çeşidinde aminoethoksinilglisin (AVG) hasat önu dökümüne, 'Braeburn' elma çeşidinde metil jasmonatın (MeJA) renklenme üzerine etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Tokat.
- Petri JL, Leite GB, Argenta LC, Basso C (2006). Ripening delay and fruit drop control in 'Imperial Gala' and 'Suprema' ('Fuji Sport') apples by applying AVG (Aminoethoxyvinylglycine). Proceedings of the Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit. Eds. Webster, A.D. and Ramirez, H. *Acta Horticulturae*, 727: 519-526.
- Rath AC, Prentice AJ (2004). Yield increase and higher flesh firmness of 'Arctic Snow' nectarines both at harvest in Australia and after export to Taiwan following pre-harvest application of ReTain plant growth regulator (aminoethoxyvinylglycine, AVG). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 343-351.
- Rudell DR, Fellmann JK, 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.
- Schupp JR, 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.
- Sır E (2006). Hasat sonrası 1-methylcyclopropene (1-MCP) uygulamasının 'Granny Smith' elma çeşidinin muhafaza potansiyeli üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Southwick L (1938). Pre-harvest drop of the 'McIntosh' apple. 'Master's Thesis', Massachusetts State College, Amherst.
- Stampar F, Veberic R, Zadavec P, Hudina M, Usenik V, Solar A, Osterc G (2002). Yield and fruit quality of apples cv. 'Jonagold' under hail protection nets. *Gartenbauwissenschaft*, 67: 205-210.
- Stover E, Fargione MJ, Watkins CB, Iungerman KA (2003). Harvest management of Marshall 'McIntosh' apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38 (6): 1093-1099.
- Yuan R, 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.
- 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(5): 1454-1460.
- Ward DL (2004). Factors affecting preharvest fruit drop of apple. (Doctorate thesis), Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Wargo JM, Merwin IA, Watkins CB (2004). Nitrogen fertilization, midsummer trunk girdling, and AVG treatments affect maturity and quality of 'Jonagold' apples. *HortScience*, 39(3): 493-500.
- Yıldız K, Öztürk B, Özkan Y (2012) Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Red Chief' apple. *Scientia Horticulturae*, 144: 121-124.
- Zanella A (2003). Control of apple superficial scald and ripening a comparison between 1-methylcyclopropene and diphenylamine postharvest treatments. Initial low oxygen stress and ultra-low oxygen storage. *Postharvest Biology and Technology*, 27: 69-78.