



The Effect of Pre-Harvest Gibberellic Acid Applications on-Tree Storability and Fruit Quality in 'Valencia Late' Orange

Gülendam Sezer^{1,a}, Adalet Mısırlı^{1,b}, Fatih Şen^{1,c}, Nihal Acarsoy Bilgin^{1,d,*}

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ege University, 35040 Bornova/İzmir, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 06/05/2020 Accepted : 08/10/2020</p> <p>Keywords: <i>Citrus sinensis</i> GA₃ Harvest time Drop Fruit characteristics</p>	<p>In this study, it was aimed to determine the effects of gibberellic acid (GA₃) applications on drop and quality changes of fruits on-tree storage period. GA₃ (before peel color break, on the peel color break and both periods) and 20 ppm GA₃ (before peel color break and on the peel color break) were applied to the trees, and the untreated trees constituted the control group. Fruits were harvested in five periods at monthly intervals from april. In the last harvest period, the average fruit drop rate was significantly higher in the control group (38.48%) than in the color transformation 10 ppm GA₃ (9.44%) and before color transformation 20 ppm GA₃ (19.28%). The fruit drop was not observed in the first and second harvest periods. Especially in the first period on-tree storage, the shell C* and h° values of the fruits in control were found higher than the GA₃ application. As a result, twice application of 10 ppm GA₃ in 'Valencia Late' orange reduced pre-harvest fruit drop, delayed peel color transformation and limited fruit quality change. Accordingly, it has been revealed that it allows on-tree storability until the end of august.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(11): 2361-2367, 2020

'Valencia Late' Portakalının Meyve Kalitesi ve Ağaçta Depolanabilirliği Üzerine Hasat Öncesi Gibberellik Asit Uygulamalarının Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 06/05/2020 Kabul : 08/10/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Citrus sinensis</i> GA₃ Hasat zamanı Döküm Meyve özellikleri</p>	<p>Bu çalışmada hasat öncesi dönemde gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının portakal meyvelerinin ağaçta depolama sürecinde dökümlere ve kalite değişimlerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ağaçlara 10 ppm GA₃ (renk dönümü öncesi, renk dönümü ve her iki dönem) ve 20 ppm GA₃ (renk dönümü öncesi ve renk dönümü) uygulanmış, GA₃ uygulanmayan ağaçlar kontrol olarak kabul edilmiştir. Meyveler nisan ayından itibaren aylık periyotlarla beş dönemde hasat edilmiştir. Son hasat döneminde ortalama meyve döküm oranı kontrol grubunda (%38.48), renk dönümü 10 ppm GA₃ (%9.44) ve renk dönümü öncesi 20 ppm GA₃ (%19.28) uygulamalarına göre belirgin şekilde daha yüksektir. Ağaçta depolamanın ilk iki hasat döneminde meyve dökümü gözlenmemiştir. Ağaçta depolamanın özellikle ilk dönemlerinde kontroldeki portakal meyvelerinin kabuk C* ve h° değerleri, GA₃ uygulananlara göre daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, iki kez 10 ppm GA₃ uygulamasının 'Valencia Late' portakalında hasat öncesi meyve döküm oranını azalttığı, kabuk renk gelişimini geciktirdiği ve meyvelerin kalite değişimini sınırlandırarak ağustos sonuna kadar ağaçta depolanmaya olanak sağladığı açığa çıkarılmıştır.</p>

^a gulendam-19@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0001-6978-5377>

^c adalet.misirl@ege.edu.tr

^d <http://orcid.org/0000-0002-6128-9974>

^c fatih.sen@ege.edu.tr

^d <http://orcid.org/0000-0001-7286-2863>

^d nihalacarsoy@yahoo.com

^d <https://orcid.org/0000-0002-5018-6347>



Giriş

Turunçgiller, dünyada en yoğun yetiştiriciliği yapılan meyve türleri olup üretim miktarı 140 milyon tondur (FAO, 2017). Pazar talepleri nedeniyle Akdeniz Havzası'nda, üretim alanlarında artış görülmektedir (Yeşiloğlu ve ark., 2013). Dünya üretiminin önemli bir kısmını gerçekleştiren Türkiye'de portakal 1.950.000 ton ile en fazla üretilen türdür (TÜİK, 2018) ve Antalya en önemli üretim merkezidir (%17). Bu bölgede, sofralık ve sanayilik olarak değerlendirilen 'Valencia Late' portakalı yaygın biçimde yetiştirilmektedir.

Turunçgil meyveleri, bazı yıllarda pazarlama sürecinde karşılaşılan sorunlar, bu dönemde yeterli işçinin bulunmaması, iklim koşullarının hasada uygun olmaması, üreticilerin yüksek fiyat talebi nedeniyle geç hasat edilmekte ve olgun meyveler ağaç üzerinde muhafaza edilmektedir. Meyveler ağaç üzerinde bekletilme süresinin uzamasıyla meyve kabuğunun yaşlanmasına bağlı olarak meyvelerde dökülme eğilimleri artmakta, birçok fizyolojik ve patolojik bozukluğa karşı duyarlı hale gelmektedir. Bunun sonucunda, kalite kayıpları artmakta ve ağaçta depolama süresi kısalmaktadır (Şen ve ark., 2012). Meyvelerin ağaçta depolanma süresini uzatmak ve kalite kayıplarını geciktirmek için turunçgil türlerinde bazı büyüme düzenleyici madde uygulamaları yapılmaktadır (Almeida ve ark., 2004; Tumminelli ve ark., 2005; Şen ve ark., 2009). Oksin ve gibberellinler meyve kalitesinin iyileştirilmesi ve dökümün kontrol edilmesi amacıyla geniş bir kullanım alanına sahiptir (Devi ve ark., 2018; Kumari ve ark., 2018; Wilson, 2018).

Bu maddeler arasında geniş kullanım alanına sahip olan gibberellik asit ile farklı dozlarda ve dönemlerde yapılan uygulamalarda portakal (Ullah ve ark., 2014) ve mandarinlerde (Şen ve ark., 2012) meyve dökümü geciktirilmiş, ortalama meyve ağırlığı portakalda artış (Saleem ve ark., 2007), mandarinde ise azalış (Poza ve ark., 2000) göstermiştir. Mandarin (Poza ve ark., 2000) ve portakalda (Ismail ve Wilhite, 1992) meyve kabuğundaki renk gelişiminin gecikmesi; altıntop (Ritenour ve ark., 2005) ve portakallarda (Fidelibus ve Davies, 2002) direncin artması; mandarinde (Poza ve ark., 2000) puflaşmanın engellenmesi; tangerinlerde (Ritenour ve ark., 2005) kalitenin korunması bakımından uygulamaların olumlu etkileri ortaya konmuştur. İçsel kalite özellikleri dikkate alındığında, uygulamanın, mandarin (Khalid ve ark., 2012) ve portakalda (Saleem ve ark., 2007) meyve suyu verimi, mandarinde (Nawaz ve ark., 2008) suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TA) miktarını, portakalda ise (Farag ve Nagy, 2012) SÇKM/TA oranını arttırdığı, buna karşılık, altıntop (Ritenour ve ark., 2005) çeşitlerinde ise etkili olmadığı tespit edilmiştir. Büyüme düzenleyici maddelerin kullanıldığı turunçgil çeşidine göre uygulama zamanı (Huating, 2000) ve dozu çok önemlidir.

Türkiye'de portakal yetiştiriciliğinin yaklaşık yarısının 'Valencia Late' çeşidi ile yapıldığı Antalya'da, meyveler nisan-temmuz ayları arasında hasat edilmektedir (Tuncay ve ark., 2014). Üreticiler yüksek gelir elde edebilmek amacıyla ürünü ağaç üzerinde muhafaza ederek hasat süresini ağustos ayına kadar uzatmaktadır. Bu süreçte oluşacak ürün ve kalite kayıplarının azaltılabilmesi için bazı uygulamaların yapılması gerekmektedir. Ülkemizde

bu muhafaza şekli, yaygın bir uygulama olmakla beraber, bu konuda, hem diğer türlerde az sayıda araştırmanın varlığı hem de yoğun olarak yetiştirilen 'Valencia Late' çeşidinde verinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada, renk dönümü öncesi, renk dönümünde (10 ve 20 ppm GA₃) ve her iki dönemde (10 ppm GA₃) portakal ağaçlarına püskürtülen gibberellik asidin, meyve dökümü ve kalite kayıplarının geciktirilmesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışma, Alanya'da turunç anacı üzerine aşılı 'Valencia Late' çeşidi ile kurulu üretici bahçesinde yürütülmüştür. 8 × 8 m dikim sıklığı ile 1991 yılında kurulan bahçe, damla sulama sistemi ile sulanmaktadır. Sofralık ve sanayilik olarak değerlendirilebilen bu portakal çeşidinde, nisan ayında hasat olumuna ulaşan meyveler ağaç üzerinde uzun süre muhafaza edilebilmektedir. Toprak hafif alkali, düşük kireçli ve hafif tuzlu bir yapıdadır. Bitki besleme toprak analizine göre yapılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü Antalya ili Alanya ilçesinde sıcak ve ılıman bir iklim hakim olup kış döneminde yağış görülmekte, yıllık ortalama sıcaklık 18.7°C, yıllık ortalama yağış miktarı 1087 mm'dir.

Hasat Öncesi Uygulamalar

Denemede 10 ppm ve 20 ppm gibberellik asit (1 g GA₃/tablet, Berelex, Hektaş, Türkiye) renk dönümünden 2 hafta önce (RDÖ) ve renk dönümünde (RD) olmak üzere bir veya iki kez uygulanmıştır. Bu uygulamalar: 1) RDÖ 10 ppm GA₃ uygulaması (RDÖ 10 ppm GA₃), 2) RD 10 ppm GA₃ uygulaması (RD 10 ppm GA₃), 3) RDÖ ve RD 10 ppm GA₃ uygulaması (RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA₃), 4) RDÖ 20 ppm GA₃ uygulaması (RDÖ 20 ppm GA₃), 5) RD 20 ppm GA₃ uygulaması (RDÖ 20 ppm GA₃), 6) Kontrol (su uygulaması) olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm uygulamalarda yayıcı yapıştırıcı (%0,04 Nu-Film-17®, Miller Chemical Corp., ABD) kullanılmış olup, hazırlanan çözelti bahçe pülverizatörü ile ağacın tamamı ıslatılacak şekilde püskürtülmüştür.

Hasat ve Örnekleme

Bu çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş, her 2 ağaç bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Olgunluk indisi (SÇKM/TA) ve meyve iriliği hasat kriteri olarak dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, ilk hasat, bölgedeki ticari olarak hasadın başladığı zamanı dikkate alınarak 21 Nisan tarihinde yapılmıştır. Sonraki hasatlar bu tarih dikkate alınarak birer aylık periyotlarla 21 Ağustos'a kadar olmak üzere toplam 5 kez yapılmıştır. Her bir hasat döneminde her bir deneme ağacının tacını temsil edecek şekilde, zeminden yaklaşık 1,5–2,0 m yükseklikten 12 adet meyve elle hasat edilmiştir.

Meyve Dökümü ve Kalite Parametreleri

Meyve döküm oranı

Hasat dönemlerinde dökülen meyve sayısı, ağacın toplam meyve sayısına oranlanarak dökülen meyve oranı % olarak belirlenmiştir.

Meyve ağırlığı

Her tekerrürde meyvelerin ağırlığı $\pm 0,05$ g hassasiyete sahip terazi (XB 12100, Presica Instruments Ltd., İsviçre) ile tartılmış ve toplam meyve sayısına bölünerek g olarak hesaplanmıştır.

Meyve çapı

Meyvenin en geniş yerinden 0,01 mm'ye duyarlı dijital kumpas (SC-6, Mitutoyo, Japonya) ile ölçülmüş ve sonuçlar mm cinsinden ifade edilmiştir.

Özgül ağırlık

Ağırlıkları belirlenen meyveler, su dolu kap içine konarak taşan su miktarı milimetrik kap yardımıyla ölçülmüş, sonuçlar g/cm^3 olarak belirlenmiştir (Şen ve ark., 2009).

Kabuk rengi

Her tekerrürden alınan 12 meyvenin ekvator bölgesinin iki tarafından renk ölçer (CR-400, Minolta Co., Japonya) ile CIE L^* , a^* , b^* cinsinden ölçülerek saptanmıştır. Cihaz ölçümlerden önce standart beyaz kalibrasyon plakası ($L^*=97,26$, $a^*=+0,13$, $b^*=+1,71$) ile kalibre edilmiştir. Elde edilen a^* ve b^* değerlerinden kroma [$C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$] ve hue açısı [$h^\circ=\tan^{-1}(b^*/a^*)$] değerleri hesaplanmıştır (McGuire, 1992).

Meyve suyu verimi

Tartılarak sıkılan meyvelerden çıkan posa miktarı tartılmış, bu miktar toplam meyve ağırlığından çıkartılmıştır. Meyve suyu ağırlığı, meyve ağırlığına oranlanarak % meyve suyu verimi (Meyve ağı. – Posa ağı. / Meyve ağı. $\times 100$) hesaplanmıştır (Erkan, 1997).

Suda çözünür kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asit (TA) ve olgunluk indeksi

Filtre kağıdından süzülen 3-5 damla meyve suyu örneği dijital refraktometre (PR-1, Atago, Japonya) ile okunarak, suda çözünür kuru madde miktarları (%) saptanmıştır (Karaçalı, 2016). Titre edilebilir asit (TA) miktarı; SÇKM'nin ölçüldüğü meyve suyundan 5 ml alınarak 0,1 N

NaOH ile pH metre yardımıyla 8,1'e gelinceye kadar titre edilmiş ve TA miktarı g sitrik asit/100 ml cinsinden belirlenmiştir (Karaçalı, 2016). SÇKM/TA oranı ile olgunluk indeksi hesaplanmıştır (Karaçalı, 2016).

İstatistiksel Analiz

Denemeden elde edilen veriler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, ABD) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Hasat ve depolama sonrası kendi içinde değerlendirilmiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P \leq 0,05$) ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

İlk iki hasatta tüm uygulamalarda meyve dökümünün olmadığı saptanmıştır. Hasat öncesi GA₃ uygulamasının 'Valencia Late' portakalında meyve döküm oranına etkisi 3., 4., ve 5. hasat dönemlerinde istatistiksel anlamda önemli farklılık ($P \leq 0,05$) göstermiştir. Bu üç hasat döneminde GA₃ uygulananlarda meyve döküm oranı kontrole göre daha düşük bulunmuştur. 3. ve 4. hasatta RDÖ 20 ppm GA₃ uygulananlarda meyve döküm oranı, diğer GA₃ uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur. Ancak son hasatta (5. hasat) GA₃ uygulamaları arasında farklılık ortaya çıkmamıştır. Son hasatta %38,48 meyve döküm oranı ile kontrol, GA₃ uygulamalarından (%9,44- %19,28) belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). Ağustos sonunda yapılan 5. hasatta kontroldeki meyve döküm oranı RDÖ 20 ppm GA₃ ve diğer GA₃ uygulananlara göre sırasıyla %99,6 ve %265,0 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ağaçta depolama süresince hasat zamanlarına göre ortalama meyve döküm oranlarının sırasıyla, %3,83, %12,41 ve %16,66 olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyve döküm oranlarına (%) etkisi. Table 1. The effect of pre-harvest gibberellic acid applications on fruit drop rates (%) during tree storage.

Uygulamalar	Hasat dönemi		
	3	4	5
RDÖ 10 ppm GA ₃	1,74 ^{cz**}	9,27 ^{bc**}	11,47 ^{b**}
RD 10 ppm GA ₃	1,72 ^c	7,21 ^{bc}	9,44 ^b
RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA ₃	1,42 ^c	6,36 ^c	9,57 ^b
RDÖ 20 ppm GA ₃	4,44 ^b	13,80 ^b	19,28 ^b
RD 20 ppm GA ₃	1,34 ^c	8,07 ^{bc}	11,69 ^b
Kontrol	12,33 ^a	29,73 ^a	38,48 ^a
Ortalama	3,83 ^{C**}	12,41 ^B	16,66 ^A

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle $P \leq 0,05$ 'e göre belirlenmiştir, $P < 0,01$ 'e göre önemli.

'Valencia Late' portakalında GA₃ uygulamalarının özellikle iki kez 10 ppm GA₃ uygulamasının etkili olduğu görülmektedir. 'Satsuma' mandarininde de iki kez 10 ppm GA₃ uygulama ile meyveler ocak ayının ortasına kadar ağaçta depolanabilmiştir (Şen ve ark., 2012). Ayrıca, yaprakтан farklı büyüme düzenleyici madde uygulamalarının turuncgillerde meyve dökümünü engelleyici etkisinden söz edilmektedir (Almeida ve ark., 2004; Farag ve Nagy, 2012; Ghosh ve ark., 2012; Devi ve ark., 2018; Kumari ve ark., 2018). Hasat döneminin uzaması ve iklim koşullarına bağlı olarak Akdeniz meyve sineği, mavi ve yeşil küf zararlı meyvelerde döküme yol açmaktadır (Şen ve ark., 2012). Büyüme düzenleyici

maddenin meyve dökümünü engelleyici etkisi, meyvenin yaşlanmasını yavaşlatıcı etkisi ve fizyolojik-patolojik kaynaklı dökümlerin azalması nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bu maddelerin etilen sentezini azaltarak olgunlaşmayı geciktirici etki yaptığı da bilinmektedir (Nooden, 1986).

Portakal meyvelerinin ağırlığı ve çapının uygulamalara göre ağaçta depolama süresince değişimleri Şekil 1'de verilmiştir. Uygulamaların meyve ağırlığına etkisi 1. ve 2. hasat döneminde önemli ($P \leq 0,05$) olurken, ileriki hasat dönemlerinde bu etki kaybolmuştur. 1. hasatta kontroldeki portakalların meyve ağırlığı (189,8 g) GA₃ uygulananlardan (148,7-162,6 g) daha yüksek olmuştur.

Kontrolde meyve ağırlığı 2. hasatta RD 10 ppm GA₃ ve RDÖ 20 ppm GA₃ uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Son hasatta meyvelerin ağırlıkları birbirine benzerlik göstermiş, 183,6 g ile 214,1 g arasında değişmiştir.

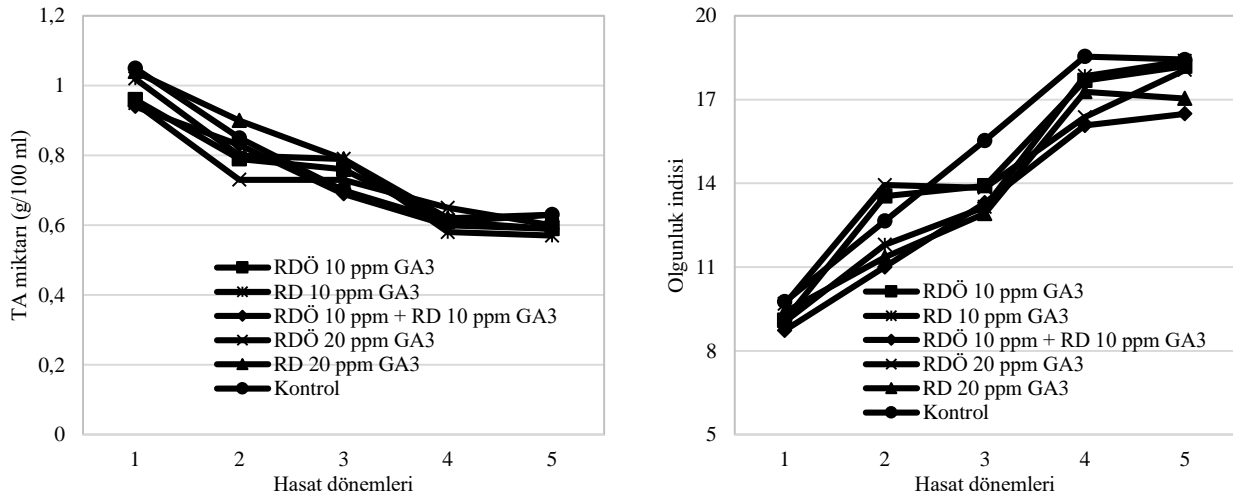
Meyve çapına uygulamaların etkisi 1., 2. ve 5. hasat döneminde önemli ($P \leq 0,05$) bulunurken, diğer hasat dönemlerinde önemsiz bulunmuştur. Kontroldeki portakal meyvelerinin çapı 1., 2. ve 5. hasat döneminde GA₃ uygulananlardan daha yüksek bulunmuştur. Hasat döneminin ilerlemesiyle meyve ağırlığı ve çapında kararlı bir artış gözlenmiştir.

'Mosambi' portakalında 25 ppm GA₃ uygulamasının (Ghosh ve ark., 2012) ortalama meyve ağırlığını artırdığı kaydedilmektedir. Değişik hasat zamanlarında GA₃ uygulamalarının meyve çapına etkisi farklılık göstermiştir. Benzer bulgular, farklı portakal çeşitlerinde de ifade edilmektedir (Almeida ve ark., 2004; Farag ve Nagy, 2012).

Portakal meyvelerinin özgül ağırlık değeri üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmamıştır. İlk hasatta meyvelerin özgül ağırlığı uygulamalara göre 0,82-0,89 g/cm³ arasında, son hasatta ise 0,97-1,06 g/cm³ arasında değişmiştir. Meyvelerin özgül ağırlığı hasat zamanının gecikmesiyle bir artış göstermiştir (Çizelge 2). Bu çalışmaya benzer şekilde GA₃ uygulamaları portakal

(Farag ve Nagy, 2012) ve mandarinde (Pozo ve ark., 2000; Şen ve ark., 2009) özgül ağırlık üzerine etkili olmamıştır. Buna karşılık, aynı uygulamaların 'Blood Red', 'Mosambi' ve 'Succari' gibi bazı portakal çeşitlerinde etkili olduğu (Ullah ve ark., 2014) kaydedilmiştir. 'Valencia Late' portakalında ağaçta depolama süresince, özgül ağırlık değerleri artışının, albedo tabakasının bozulmayıp puflaşmanın olmaması ve kabuğun dirençli olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Karaçalı, 1977).

Uygulamaların ağaçta depolama süresince meyve kabuğunun parlaklığı-canlılığı ile matlığı-donukluğunu ifade eden C* değerine etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. İlk 4 hasat döneminde kontroldeki portakal meyvelerinin kabuk C* değeri GA₃ uygulananlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık son hasatta kısmen kaybolmuş, kontrolde kabuk C* değeri en yüksek, RDÖ 10 ppm GA₃ uygulananlarda ise en düşük olurken diğer GA₃ uygulananlar her ikisine de benzerlik göstermiştir. 1. hasatta RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA₃ ve RDÖ 10 ppm GA₃, 2. hasatta ise RDÖ 10 ppm GA₃ uygulananlarda kabuk C* değeri, GA₃ uygulamaları arasında en düşük bulunmuş, ancak bu fark ilerleyen hasat dönemlerinde kaybolmuştur. Son hasatta görülen C* değerindeki artış önemli olurken, önceki hasat dönemlerindeki değişimler sınırlı olmuştur (Çizelge 3).



Şekil 2. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyvelerin TA miktarı ve olgunluk indisine etkisi.

Figure 2. The effect of pre-harvest gibberellic acid applications on TA and ripening index of fruits during tree storage.

Çizelge 2. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince özgül ağırlık (g/cm³) üzerine etkisi. Table 2. The effect of pre-harvest gibberellic acid applications on specific gravity (g/cm³) during tree storage.

Uygulamalar	Hasat dönemi				
	1	2	3	4	5
RDÖ 10 ppm GA ₃	0,88 ^{öd}	0,92 ^{öd}	0,93 ^{öd}	0,94 ^{öd}	0,97 ^{öd}
RD 10 ppm GA ₃	0,86	0,90	0,93	0,95	0,99
RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA ₃	0,86	0,89	0,95	0,93	0,98
RDÖ 20 ppm GA ₃	0,82	0,92	0,91	0,96	1,04
RD 20 ppm GA ₃	0,84	0,90	0,91	0,95	1,00
Kontrol	0,89	0,90	0,91	0,97	1,06
Ortalama	0,86 ^{D*}	0,91 ^C	0,92 ^C	0,95 ^B	1,01 ^A

^{öd}, önemli değil; *, P<0,05'e göre önemli.

Çizelge 3. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyvenin kabuk C* değerine etkisi.
Table 3. The effect of pre-harvest gibberellic acid applications on fruit peel C* value during tree storage.

Uygulamalar	Hasat dönemi				
	1	2	3	4	5
RDÖ 10 ppm GA ₃	55,20 ^{cz**}	54,95 ^{**}	56,70 ^{b**}	57,42 [*]	60,25 ^{b*}
RD 10 ppm GA ₃	60,83 ^{bc}	59,19 ^{bc}	59,88 ^b	59,48 ^b	61,95 ^{ab}
RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA ₃	54,96 ^c	56,76 ^{bc}	59,13 ^b	56,27 ^b	61,97 ^{ab}
RDÖ 20 ppm GA ₃	57,91 ^{bc}	57,79 ^{bc}	58,35 ^b	56,62 ^b	63,74 ^{ab}
RD 20 ppm GA ₃	63,77 ^b	61,56 ^b	60,51 ^b	60,15 ^b	61,67 ^{ab}
Kontrol	71,30 ^a	70,47 ^a	70,32 ^a	67,27 ^a	66,94 ^a
Ortalama	60,66 ^{B*}	60,12 ^B	60,82 ^B	59,54 ^B	62,75 ^A

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle P≤0,05'e göre belirlenmiştir, ^{a,d}, önemli değil; ^{*}, P<0,05; ^{**}, P<0,01'e göre önemli.

Çizelge 4. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyve kabuk renginin h° değerine etkisi.
Table 4. The effect of pre-harvest gibberellic acid applications on fruit peel h° during tree storage.

Uygulamalar	Hasat dönemi				
	1	2	3	4	5
RDÖ 10 ppm GA ₃	92,47 ^{az**}	90,98 ^{a**}	89,62 ^{a**}	85,63 ^{ab*}	83,54 [*]
RD 10 ppm GA ₃	84,32 ^{ab}	83,89 ^{bc}	83,48 ^b	82,50 ^b	80,87 ^{ab}
RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA ₃	91,12 ^a	90,27 ^a	89,58 ^a	89,87 ^a	82,29 ^{ab}
RDÖ 20 ppm GA ₃	87,23 ^{ab}	86,90 ^{ab}	87,03 ^{ab}	88,65 ^a	79,80 ^{ab}
RD 20 ppm GA ₃	80,45 ^{bc}	80,50 ^c	77,77 ^c	80,53 ^{bc}	78,31 ^{ab}
Kontrol	74,81 ^c	74,49 ^d	74,17 ^c	75,70 ^c	74,53 ^b
Ortalama	85,07 ^{A**}	84,51 ^{AB}	83,61 ^B	83,81 ^B	79,89 ^C

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle P≤0,05'e göre belirlenmiştir, ^{a,d}, önemli değil; ^{*}, P<0,05; ^{**}, P<0,01'e göre önemli.

Çizelge 5. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyve suyu verimine (%) etkisi.
Table 5. Effect of pre-harvest gibberellic acid applications on juice yield (%) during tree storage period.

Uygulamalar	Hasat dönemi				
	1	2	3	4	5
RDÖ 10 ppm GA ₃	56,59 ^{öd}	57,22 ^{bz*}	57,49 ^{b*}	57,90 ^{b*}	57,21 ^{b*}
RD 10 ppm GA ₃	55,15	56,00 ^b	57,79 ^b	58,79 ^b	55,68 ^b
RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA ₃	54,42	57,45 ^b	57,47 ^b	57,61 ^b	55,65 ^b
RDÖ 20 ppm GA ₃	55,74	55,99 ^b	55,89 ^b	59,11 ^b	56,85 ^b
RD 20 ppm GA ₃	54,46	55,36 ^b	57,50 ^b	58,08 ^b	54,86 ^b
Kontrol	56,33	62,28 ^a	62,31 ^a	62,75 ^a	60,27 ^a
Ortalama	55,45 ^C	57,38 ^B	58,08 ^{AB}	59,04 ^A	56,75 ^{BC}

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle P≤0,05'e göre belirlenmiştir, ^{a,d}, önemli değil; ^{*}, P<0,05'e göre önemli.

Meyve kabuğunun h° değerine uygulamaların etkisi tüm hasat dönemlerinde önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaçta depolama süresince genellikle RDÖ 10 ppm GA₃ ve RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA₃ uygulanan meyvelerin kabuk h° değeri en yüksek, kontrolde ise en düşük bulunmuştur. Son hasatta RDÖ 10 ppm GA₃ uygulananların kabuk h° değeri (83,54), kontrolden (74,63) daha yüksek bulunmuş, diğer GA₃ uygulamaların kabuk h° değerleri (78,31-82,29) her ikisine de benzerlik göstermiştir. 2. hasat dışındaki hasat dönemlerinde RDÖ 20 ppm GA₃ uygulanan meyvelerin kabuk h° değeri kontrole benzerlik göstermiştir. Son hasattaki meyvelerin kabuk h° değerinde, başlangıca göre bir azalış gözlenmiştir (Çizelge 4). İlk iki hasat döneminde bazı uygulamalarda h° değerinin 90'ın üzerinde görülmesi meyve kabuğunda yeşil renk tonunun olduğunu göstermektedir.

'Valencia Late' portakalında meyvenin kabuk renginin sarı-turuncu olduğu bildirilmektedir (Tuzcu ve ark., 1999). Ağaçta depolama süresince, GA₃ uygulamasının meyve kabuk renk gelişimini yavaşlatıcı etkisi, 'Washington Navel' portakalına NAA + 1-MCP (Farag ve Nagy, 2012), 'Navel' portakalına GA₃ (Ismail ve Wilhite, 1992) ve 'Hamlin', 'Pineapple' ve 'Valencia' portakallarına GA₃,

GA₃ + 2,4-D ve GA₃ + AVG (Fidelibus ve Davies, 2002), greyluft meyvelerine GA₃ (Miller ve McDonald, 1996), 'Sunburst' (Pozo ve ark., 2000) ve Satsuma mandarinlerine (Şen ve ark., 2009) GA₃ uygulamaları sonucunda da belirlenmiştir. Bu çalışmada, meyve kabuğunun renk gelişimini geciktirmesinde en etkili uygulamanın RDÖ 10 ppm GA₃ ve RDÖ 10 ppm uygulaması olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, Satsuma mandarininde aynı uygulamanın etkili olduğu belirtilmektedir (Şen ve ark., 2009). Ayrıca, portakalda (Fidelibus ve Davies, 2002) renk dönümü aşamasında farklı konsantrasyonlarda GA₃ ve kombine uygulamaların 'Sunburst' mandarininde ise renk dönümü öncesinde GA₃ (Pozo ve ark., 2000) uygulamasının etkisinden söz edilmektedir.

Meyve suyu verimine 2. hasattan itibaren uygulamaların etkisi önemli olmuştur. Bu hasat döneminde kontroldeki portakalların meyve suyu verimi, GA₃ uygulananlardan daha yüksek bulunmuştur. Meyve suyu verimi 4. hasada kadar artış gösterirken son hasatta azalarak ilk hasada benzerlik göstermiştir (Çizelge 5). Uygulamaların meyve suyu verimini etkilememesi şeklindeki bulgulara farklı çalışmalarda da ulaşılmıştır (Ghosh ve ark., 2012).

Farklı uygulamaların meyve suyunun SÇKM miktarına etkisi 2. hasat hariç diğer hasat dönemlerinde önemli ($P \leq 0,05$) farklılıklar göstermiştir. Bu hasat zamanlarında kontrol meyvelerinde SÇKM miktarı en yüksek (%10,23-%11,60), RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA₃ uygulananlarda ise en düşük (%8,13-%9,53) bulunmuştur. RDÖ 10 ppm GA₃ uygulananların SÇKM miktarı 3., 4. ve 5. hasatta kontrole benzerlik göstermiştir. Hasat döneminin ilerlemesiyle meyvelerin SÇKM miktarında bir artış gözlenmiştir (Çizelge 6).

Farklı uygulamaların SÇKM miktarını artırıcı etkisi ‘Valencia’ (Campbell ve ark., 1999), ‘Washington Navel’ (Frag ve Nagy, 2012) ve Blood Red portakal (Saleem ve ark., 2007) çeşitlerinde de tespit edilmiştir. Ağaçta depolama süresi uzadıkça SÇKM miktarında artış, meyve yaşlanmasının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkabilmektedir.

‘Valencia Late’ portakalında ağaçta depolama süresince, uygulamaların meyve suyunun TA miktarına

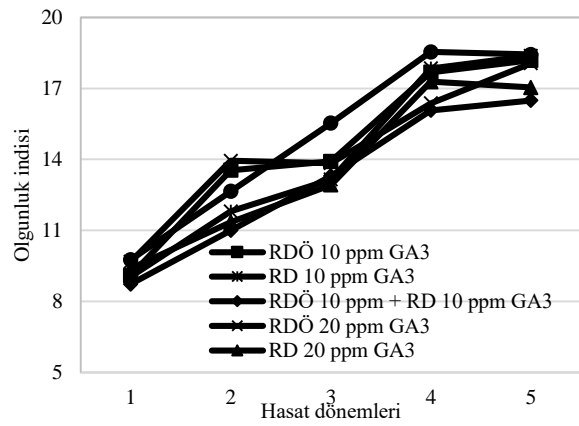
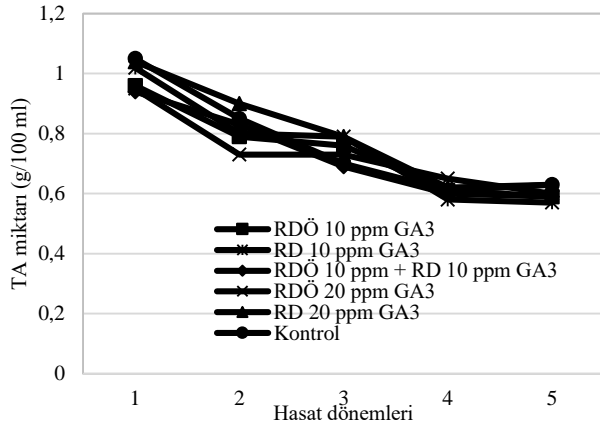
etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. İlk hasatta 0.94-1.05 g/100ml arasında değişen TA miktarı son hasatta 0.57-0.63 g/100 m arasında değişmiştir. Hasat döneminin ilerlemesiyle portakal meyvelerinin TA miktarında kararlı bir azalış gözlenmiştir (Şekil 2). Hasat dönemi ilerledikçe turuncu meyvelerinin yaşlanması TA miktarının azaldığı bildirilmektedir (Şen ve ark., 2012). Bu azalmada organik asitlerin solunumda kullanılması, pektin parçalanmasıyla ortaya çıkan kationlarla nötrleşmesinin etkili olduğu ifade edilmektedir (Wills ve ark., 1998; Karaçalı, 2016).

Olgunluk indeksi üzerine uygulamaların etkisi önemli bulunmamış, ilk hasatta 8,73 ile 9,76 arasında değişmiştir. Hasat döneminin ilerlemesiyle meyvelerin olgunluk indisi kararlı bir şekilde artmıştır. İlk hasatta ortalama olgunluk indisi 9,29 iken son hasatta 17,77’ye yükselmiştir (Şekil 2). Ağaçta depolama süresince olgunluk indeksinde ortaya çıkan bu artış, meyvenin yaşlanma belirtisi olarak değerlendirilmektedir (Şen ve ark., 2012).

Çizelge 6. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyvelerin SÇKM miktarına (%) etkisi. Table 6. The effect of pre-harvest gibberellin acid applications on the amount of TSS (%) of fruits during storage in the tree.

Uygulamalar	Hasat dönemi				
	1	2	3	4	5
RDÖ 10 ppm GA ₃	8,77 ^{bcz*}	10,57 ^{öd}	10,50 ^{a*}	10,83 ^{a*}	10,63 ^{ab*}
RD 10 ppm GA ₃	9,13 ^b	9,27	10,30 ^{ab}	10,30 ^{ab}	10,37 ^b
RDÖ 10 ppm + RD 10 ppm GA ₃	8,13 ^c	9,17	9,17 ^b	9,63 ^b	9,53 ^b
RDÖ 20 ppm GA ₃	9,20 ^b	10,20	10,03 ^{ab}	10,50 ^{ab}	10,67 ^{ab}
RD 20 ppm GA ₃	9,70 ^{ab}	10,13	10,20 ^{ab}	10,53 ^{ab}	10,63 ^{ab}
Kontrol	10,23 ^a	10,53	10,87 ^a	11,30 ^a	11,60 ^a
Ortalama	9,19 ^{C*}	9,98 ^B	10,18 ^B	10,52 ^A	10,57 ^A

^a Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle $P \leq 0,05$ ’e göre belirlenmiştir, ^{öd}, önemli değil; *, $P < 0,05$; **, $P < 0,01$ ’e göre önemli.



Şekil 2. Hasat öncesi gibberellik asit uygulamalarının ağaçta depolama süresince meyvelerin TA miktarı ve olgunluk indisine etkisi.

Figure 2. The effect of pre-harvest gibberellin acid applications on TA and ripening index of fruits during tree storage.

Sonuç

Sonuçlar, ‘Valencia Late’ portakalında renk dönümü öncesi ve renk dönümünde iki kez 10 ppm GA₃ uygulamasının (RDÖ 10 ppm GA₃ ve RD 10 ppm) meyve döküm oranını azaltarak ve meyve kabuğunun renk gelişimini geciktirerek meyvelerin ağustos ayının sonuna kadar ağaçta depolanmasına olanak sağlayabileceğini göstermektedir. Bu uygulama, meyve ağırlığı, çapı, SÇKM, TA miktarı ve meyve suyu verimi bakımından da olumlu görülmektedir.

Kaynaklar

- Almeida IML, Rodrigues JD, Ono EO. 2004. Application of plant growth regulators at pre-harvest for fruit development of ‘Pera’ oranges. An International Journal, 47: 511-520.
- Campbell CA, Taggart T, Keithly J. 1999. A novel plant growth regulator, mbta, increases soluble solids (brix) of ‘Valencia’ orange. Proc. Fla. StateHort. Soc. 112:25-28.
- Devi K, Kumar R, Wali VK, Bakshi PN, Arya VM. 2018. Effect of foliar nutrition and growth regulators on nutrient status and fruit quality of Eureka lemon (*Citrus limon*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 88 (5): 704-8.
- FAO, 2017. www.fao.org.tr.

- Farag KM, Nagy N. 2012. Effective reduction of post set and preharvest and increasing the yield of "Washington" Navel orange fruits by 1-MCP, GA₃ and NAA, Egypt. Journal of Applied Sciences Research, 8(10): 5132-5141.
- Fidelibus MW, Davies FS. 2002. Gibberellic acid application timing affects fruit quality of processing oranges. HortScience 37(2):353-357.
- Erkan M. 1997. Antalya Koşullarında Üretilen 'Washington Navel' portakalı ve 'Star Ruby' altıntopunun Derim Sonrası Fizyolojisi Ve Muhafazası Üzerinde Araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi,
- Ghosh SN, Bera B, Roy S. 2012. Influence of plant growth regulators on fruit production of Sweet Orange. Journal of Crop and Weed, 8(2):83-85.
- Huating D. 2000. Effects of growth regulators on postharvest fruit quality. 1999-2000 Annual Report, State of Florida Department of Citrus.
- Ismail MA, Wilhite DL. 1992. Effect of gibberellic acid and postharvest storage on quality of Florida navel oranges. Proc. Fla. State Hort. Soc. 105:168-173.
- Karaçalı İ. 1977. 'Satsuma' mandarini (*Citrus unshiu Marcovitch*)'nde meyve kalitesi, olgunlaşma ve renklenme üzerinde karşılaştırmalı ekolojik araştırmalar. Doçentlik tezi, E.Ü. Ziraat Fak. Meyve-Bağ Yetiştirme ve Islahı Kürsüsü, Bornova, İzmir, 147 pp.
- Karaçalı İ. 2016. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494.
- Khalid S, Malik AU, Khan AS, Jamil A. 2012. Influence of exogenous applications of plant growth regulators on fruit quality of young 'Kinnow' mandarin (*Citrus nobilis* × *C. deliciosa*) trees, Pakistan. Int. J. Agric. Biol., 14: 229-234.
- Kumari S, Bakshi P, Sharma A, Wali VK, Jasrotia A, Kour S. 2018. Use of plant growth regulators for improving fruit production in subtropical crops. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 7(3): 659-668.
- McGuire RG. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. HortScience, 27 (12):1254-1255.
- Miller WR, McDonald RE. 1996. Postharvest quality of GA-treated florde grapefruit after gamma irradiation with TBZ and storage. Postharv. Biol. Technol. 7:253-260.
- Nawaz MA, Ahmad W, Ahmad S, Khan MM. 2008. Role of growth regulators on preharvest fruit drop, yield and quality in kinnow mandarin. Pak. J. Bot., 40(5): 1971-1981.
- Nooden LD. 1986. Senescence in the whole plant in senescence in plant ed. k.v. thiamann, R.C. Adelman, and G.S.Roth, CRC Pres, Inc., Florida.
- Pozo L, Kender JK, Hartmond U, Grant A. 2000. Effects of gibberellic acid on ripening and rind puffing in 'Sunburst' mandarin. Proc. Fla. StateHortic. Soc. 113:102-105.
- Ritenour MA, Burton MS, Mccollum TG. 2005. Effect of preorpost harvest gibberellic acid application on storage quality of florida 'Fallglo' tangerines and 'Ruby' red grapefruit, Proc. Fla. StateHort. Soc. 118:385-388.
- Saleem BA, Malik AU, Farooq M. 2007. Effect of exogenous growth regulators application on june fruit drop and fruit quality in *Citrus sinensis*cv. Blood Red, Pak. J. Agri. Sci., Vol. 44(2).
- Şen F, Kınay P, Karaçalı İ, Yıldız M. 2009. Bazı büyüme düzenleyicilerin "Satsuma" mandarininin ağaçta depolanma sürecinde meyve dökümü ve kalitesine etkileri, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg, 46(2):93-100.
- Şen F, Özer KB, Can HZ, Kınay Teksür P. 2012. Effect of preharvest gibberellic acid and calcium applications on on-tree storage of Satsuma mandarins, 7th International Postharvest Symposium, Kuala Lumpur, Malezya, 233-239. TUİK, 2018. www.tuik.gov.tr.
- Tuzcu Ö, Yıldırım B, Düzenoğlu S, Bahçeci İ. 1999. Değişik turuncgil anaçlarının Washington navel ve Moro kan portakal çeşitlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri, Turkish. J. of Agriculture and Forestry. 23: 213-222.
- Tumminelli R, Conti F, Maltese U, Pedrotti C, Bordonaro E. 2005. Effects of 2,4-D triclopirand GA₃ on pre-harvest fruit drop and senescence of 'Tarocco comune' Blood oranges in Sicilian orchards, ActaHort. 682:801-806.
- Tuncay M, Demirel H, Apaydın HY, Faraçlar E. 2014. Batı Akdeniz Bölgesinde mandarin çeşit adaptasyon www.batem.gov.tr (Erişim Tarihi 25 Şubat2014).
- Ullah R, Sajid M, Nabi G, Ahmad H, Rab A, Khan FA, Shahab M, Subthain H, Fahad S, Khan A. 2014. Gibberellic acid (GA₃), an influential growth regulator for physiological disorder control and protracting the harvesting season of sweet orange, American Journal of Experimental Agriculture 4(11): 1355-1366.
- Wills R, McGlasson B, Graham D, Joyce D. 1998. Postharvest an Introduction to The Physiology & Handling of Fruit, Vegetables & Ornamentals, 4th edition, UNSW Press, Sydney, Australia.
- Wilson WC. 2018. The use of exogenous plant growth regulators on Citrus. Plant Growth Regulating Chemicals Volume II. by Louis G. Nickell.
- Yeşiloğlu T, Yılmaz B, Çimen B, Kaçar YA, İncesu M, Şimşek Ö. 2013. Turuncgil sektörünün gereksinim duyduğu yeni çeşitlerin geliştirilmesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, Adana, 6 (2): 127-132.