

## GA<sub>3</sub>'ÜN MUZUN RAF ÖMRÜ ve KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ



Gizem Türkmen<sup>1,a,\*</sup>, Fatih Ali Canlı<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 48000, Muğla, Türkiye

\*Corresponding Author:

E-mail: [gizemturkmen@posta.mu.edu.tr](mailto:gizemturkmen@posta.mu.edu.tr)

(Received 14<sup>th</sup> March 2024; accepted 18<sup>th</sup> May 2024)

a:  ORCID 0009-0005-2871-3488, b:  ORCID 0000-0002-0057-7577

**ÖZET.** Bu çalışma, Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası giberellik asit uygulamalarının meyve kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Meyveler tam yeşil dönemde hasat edilmiş ve kaba temizliği yapıldıktan sonra farklı giberellik asit (GA<sub>3</sub>) konsantrasyonlarına (kontrol, 50 ppm GA<sub>3</sub>, 100 ppm GA<sub>3</sub>, 200 ppm GA<sub>3</sub> ve 400 ppm GA<sub>3</sub>) daldırılmış, daha sonra 20±2°C ve %68±2 bağıl nemde saklanmıştır. Meyveler, depolamanın 0, 10, 15, 20 ve 30. günlerinde meyve kabuk rengi, meyve eti sertliği, meyve ağırlık kaybı, meyve suyu pH'ı, titre edilebilir asitlik ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) konsantrasyonları açısından değerlendirilmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, GA<sub>3</sub> uygulanmış meyvelerde gecikmeli sararma, daha düşük SÇKM, daha uzun raf ömrü ve daha yüksek meyve eti sertliği görülmüştür. Kontrol grubu 14. günde sararma gösterirken, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm ve 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan meyveler sırasıyla 16., 18., 20. ve 25. günlerde sararma göstermiştir. En yüksek meyve sertliği ve en düşük SÇKM (18.93°Brix), 30 günlük depolama süresi boyunca 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan meyvelerde gözlenmiştir. Araştırmamız, muz meyvelerinin 400 ppm GA<sub>3</sub> solüsyonuna daldırılmasının, olgunlaşmayı ve renk değişimini geciktirmek, raf ömrünü uzatmak ve meyve kalitesini korumak için en etkili konsantrasyon olduğunu göstermiştir.

**Keywords:** Giberellik asit, *Musa Cavendish*, renk, sertlik, muhafaza

### GİRİŞ

Muz, yılın her mevsiminde bulunabilen, Dünya'nın en önemli meyveleri arasında yer almaktadır. Muz meyvesi (*Musa spp.*) gerek tadı, besleyiciliği ve insan sağlığı üzerine etkisi ile Dünya'da oldukça fazla tüketilen ve yüksek pazarlama değerine sahip bir meyvedir. Basit sindirimi ve lezzeti sayesinde ülkemizde de her yaş grubu tarafından severek tüketilmektedir. Besin değeri yüksek olan muz meyvesi soyulup dilimlendiğinde 100 gramında %75 su, 92 k kalori enerji içermektedir [23].

Muz meyvesi klimakterik meyvelerdendir. Hasat sonrasında solunum yapmakta böylelikle etilen üretimiyle olgunlaşma ve kabuk renginde esmerleşme ve meyve eti sertliğinde düşüş meydana gelmektedir [29]. Muz meyvesi hasat sonrası depolama sırasında olgunlaşmaya başladıktan sonra maksimum 6 ila 8 gün arasında bir raf ömrüne sahiptir [17].

GA<sub>3</sub>, klorofil bozunmasını ve meyve yumuşamasını geciktirmekte [18, 36] ve muzda suda çözünür kuru madde miktarı ve şeker/asit oranını azaltmaktadır [1].

Gottreic ve Halevy [14], muz meyvelerine hasat öncesinde GA<sub>3</sub> uygulamış ve giberellin ile olgunlaşma arasındaki bağlantıyı incelemişlerdir, uygulamanın meyve posasındaki giberellini arttırdığı ama kabukta bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Deneme sonucunda uygulama şeklinin (püskürtme, macun, enjeksiyon) denemeyi etkilemediği kaydedilirken GA<sub>3</sub>'ün olgunlaşmayı geciktirdiği sonucuna varılmıştır.

Muz üretimi ve tüketimin artmasıyla, hasat sonrası işlemlerde bilgi edinilmesi gerekmektedir. Hasat sonrasında meydana gelen kayıplar, işleme, paketlenme, raf ömrünün kısa olması ve teknolojik bilgi eksikliği sonucunda çok fazla kayıp yaşanmaktadır. Muz meyvesi klimakterik bir meyvedir ve çok çabuk çürüme gösterir. Yurt içi veya yurt dışına nakliyesi sırasında raf ömrünü uzatmak için uygulama yapılması gerekmektedir.

Bu deneme, Grand Nain muz meyvesine giberellik asit uygulaması yaparak, uzun mesafeli pazarlara taşınması sırasında raf ömrünü uzatmak, meyve kalitesini ve değerini arttırmak ve meyve olgunlaştırmasını geciktirmek üzere, alternatif bir çalışma olarak yürütülmüştür.

## **MATERYAL VE METHOD**

### ***Materyal***

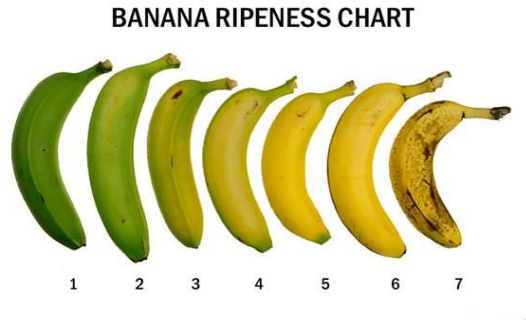
Bu çalışma 2022 yılında Muğla’nın Fethiye ilçesinde bulunan Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan bitki materyali Muğla/Seydikemer ilçesinin güneyinde bulunan Çaykenarı mahallesinde örtü altında Grand Nain muz yetiştiriciliği yapan Ali CESARET’in muz serasından temin edilmiştir. Araştırma için seçilen muz meyveleri örtü altında en fazla yetiştirilen muz çeşitlerindedir. Hasat edilen meyveler köşeliği tam kaybolmadan, muz meyveleri renk skalasındaki 1 değerini gösterdiğinde yapılmıştır. Muzların muhafazası delikli polietilen torbalarda ve plastik kasalarda yapılmıştır. Giberellik asit uygulaması öncesinde Koruma Captan 50 WP mantar ilacı (fungusit) (Kocaeli/ Türkiye) kullanılmıştır. GA<sub>3</sub> uygulamasında, GA<sub>3</sub> aktif maddeli Doğal Kimyevi maddeler ve zirai ilaçlar (Antalya/ Türkiye) firması ürünü Megafil tablet kullanılmıştır.

### ***Uygulamaların yapılması ve denemenin kurulması***

Her uygulama için muzlardan yara, böcek hasarı veya leke içermeyen ve uniform muz meyvesi parmakları seçilmiştir. Daha sonra çeşme suyu ile kaba temizliği yapılmış, fungusit ile oluşabilecek mantar enfeksiyonlarına karşı önlem alınmış ve 30 dk havada kurutulmuştur. Uygulamalar çeşme suyu, 50 ppm GA<sub>3</sub>, 100 ppm GA<sub>3</sub>, 200 ppm GA<sub>3</sub> ve 400 ppm GA<sub>3</sub> dozları ile yapılmıştır. Her tekerrürde 15’er adet muz meyvesi olacak şekilde hazırlanmış ve tesadüf parselleri deneme desenine göre dağıtılmıştır. Negatif kontrol grubu meyveleri uygulama yapılmamış çeşme suyu içerisinde 15 dakika bekletilmiş ve 30 dk havada kurutulmuştur. GA<sub>3</sub>’ün farklı dozlarını içeren kaplarda, muzlar 15 dakika daldırılmış ve 30 dakika kurutma işlemi yapılmıştır. Daha sonra her uygulama plastik kasalarda (15 adet) delikli polietilen torbalarda 20±2°C ve %68±2 bağıl nemde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Muz meyveleri doğal olgunlaşmaya kadar belirli aralıklarla (0., 10., 15., 20., 25. ve 30.) günlerde; renk, toplam ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı, meyve suyu pH’ı, titre edilebilir asitlik kontrolleri yapılmıştır. Deneme beş uygulama, altı zaman ve üç tekerrür ile yürütülmüştür. Giberellik asitin meyve olgunlaşması ve fizyolojik kalite özellikleriyle raf ömrü değerleri incelenmiştir.

### ***Meyve Kabuğu Rengi***

Muz meyvelerinin kabuğunda meydana gelen renk değişiklikleri California University standart renk indeksine göre belirlenmiştir (Figür 1.) (tam yeşilden tam sarıya, 7 renk) [2].



**Fig. 1.** Muzun olgunluk aşamaları [2]

#### *Meyve Eti Sertliği (kg/cm<sup>2</sup>)*

Muz meyve eti sertliği konik uçlu el penetrometresi (Fruit Pressure Tester FT 327, İtalya) ile meyvenin kabuğu soyulduktan sonra orta kısmın üç farklı yanından ölçülmüş ve sonuçları kg/cm<sup>2</sup> olarak ifade edilmiştir [8].

#### *Meyve Ağırlık Kaybı (kg)*

Meyve ağırlığını belirlemek için hassas terazi kullanılmıştır. Meyve ağırlık kaybı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır [11].

$$W_1 = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100$$

#### **Eqn. 1**

$W_1$  = meyvelerin ağırlık kaybı

$W_0$  = meyvelerin başlangıç ağırlığı

$W_t$  = meyvelerin belirlenen zamandaki ağırlığı

#### *Titre Edilebilir Asit Miktarı (%)*

Meyvelerin kabukları soyularak hacimleri belirlenmiş ve hacimlerinin dört katı su ile blenderden geçirilmiştir. Filtre edilen örnekten 10 ml alınarak 0.1 NaOH (sodyum hidroksit) çözeltisi ile dijital büret (ISOLAB Dıgıtrat 50 ml dijital büret) yardımıyla titre edilmiştir. İndikatör olarak fenolftaein kullanılmıştır. Bir örnekteki titre edilebilir %asit miktarı malik asit cinsinde malik asit/100 g olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır [7].

$$\text{Titrasyon asitliği \%} = \frac{(V) (F) (E) (100)}{(M)}$$

#### **Eqn. 2**

V = harcanan 0.1 N NaOH miktarı, ml

F = 0.1 N baz çözeltisinin faktörü,

E = 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğer malik asit miktarı (malik asit=0.064)

M = titre edilen örneğin gerçek miktarı, ml veya g

#### *Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (SÇKM)*

Meyve örneklerindeki SÇKM el reflaktometresi (Nippon Optical Works, no. 507-I brix,%0-32, Japonya) ile ölçülmüştür. Meyvelerin kabuğu soyularak hacimleri

belirlenmiş ve hacimlerinin dört katı su ile blenderden geçirilmiştir. Filtre edilen meyve örnekleri aletin haznesine damlatılmış ve örneğin brix derecesi ölçülmüştür. Cihaz saf su ile kalibre edildikten sonra örneklerin 25°C deki brix değerleri kaydedilmiştir. Aşağıdaki formül yardımıyla örneğin suda çözünmüş kuru madde miktarı % olarak belirlenmiştir [9].

$$\text{SÇKM (\%)} = \frac{(\text{BX}) (\text{V})}{(\text{M})}$$

### Eqn. 3

BX= seyreltilmiş örnekte saptanmış brix derecesi

V= örneğin seyreltildiği hacim, ml

M= örnek ağırlığı, g

### Meyve Suyu pH'ı

Örneklerin pH değerleri kalibre edilmiş pH metre (EzDO 7011, suya dayanıklı pH ölçer pH: -2 ila 16, Tayvan) kullanılarak belirlendi. Bunun için pH metre probu meyve suyuna batırılmış ekrandaki değer sabitlenmesi için bir süre beklenip pH değeri ölçümü yapılmıştır [7].

### Raf Ömrü

Meyvelerin raf ömrü çalışmanın başlangıcından itibaren, depolama süresi boyunca meyvelerde meydana gelen renk değişimi yani çürümeye kadar geçen gün olarak analiz edilmiştir.

### İstatistikî Analiz

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her uygulamada 3 tekerrür kullanılmış, her tekerrür içinde 15 meyve alınmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar Anova ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalama değerlerin karşılaştırılmasında %5 önem seviyesinde (p<0.05), LSD (Least Significant Difference) testi kullanılmıştır [6].

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Kontrole kıyasla GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmış ve delikli polietilen torbalarda muhafaza edilmiş muzlarda, meyve olgunlaşmasının önemli ölçüde geciktiği, meyve kalitesinin korunduğu ve raf ömrünün uzadığı belirlenmiştir. Bu etkiler meyve kabuğu rengi, meyve eti sertliği, meyve ağırlık kaybı, titre edilebilir asitlik miktarı, SÇKM ve meyve suyu pH'ındaki değişime yansımıştır.

### Meyve Kabuğu Rengi

Grand Nain muz meyvelerinin depolanması sırasında meyve kabuğu rengindeki değişim kademeli olarak artmıştır (Tablo 1). Uygulama yapılmamış meyveler 14 gün sonra tam sarı aşamaya ulaşmıştır (Figür 1). GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmış Grand Nain meyve gruplarında (50 ppm, 100 ppm, 200 ppm ve 400 ppm) sırasıyla 16., 18., 20. ve 25. günlerde sarı renk görülmüştür. GA<sub>3</sub> uygulamalarının meyve kabuğu rengi üzerine etkisi depolama süresince önemli farklılıklar göstermiştir (Figür 2). GA<sub>3</sub> uygulamasının muz meyve kabuğu renginde sararmayı geciktirmede etkili olduğuna ilişkin sonuçlar, diğer

yapılan çalışmalarla da uyumludur [13, 36]. Fletcher ve Osborne [12], GA<sub>3</sub>'ün proteinleri ve nükleik asit sentezini düzenlediğini ve böylece klorofilin parçalanmasını yavaşlattığını öne sürmüşlerdir. Ancak GA<sub>3</sub>'ün olgunlaştırmayı geciktirdiği mekanizma tam olarak aydınlatılmamıştır. Scott ve Leopold [28], meyve olgunlaşmasında GA<sub>3</sub> ve etilenin zıt etkisinden söz etmişlerdir.

**Tablo 1.** *Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının farklı zaman aralıklarında meyve kabuğu rengi üzerine etkisi (n=15)*

Zaman	Kontrol	50 ppm GA <sub>3</sub>	100 ppm GA <sub>3</sub>	200 ppm GA <sub>3</sub>	400 ppm GA <sub>3</sub>
0.gün	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a	1,00a
10.gün	3,00b	2,67ab	2,33ab	2,00a	2,00a
15.gün	4,33c	4,00c	3,33bc	2,33ab	2,00a
20.gün	6,00c	5,67bc	5,00b	3,00a	2,67a
25.gün	7,00c	6,67c	6,00bc	4,67ab	4,00a
30.gün	8,00c	8,00c	7,66b	6,33a	6,00a

Aynı harflerin takip ettiği bir satır içindeki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir, p<0,05 ile LSD test, çift yönlü varyans analizi (ANOVA)



**Fig. 2.** *Hasat sonrası GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmış muz meyvelerinde ((A, B, C, D, E, F) sırasıyla 0., 10., 15., 20., 25. ve 30. günlerde) sol baştan (kontrol, 50 ppm GA<sub>3</sub>, 100 ppm GA<sub>3</sub>, 200 ppm GA<sub>3</sub> ve 400 ppm GA<sub>3</sub>) uygulamasının muz meyve kabuğu rengine etkisi*

### Meyve Eti Sertliği

Depolama süresinin ilerlemesiyle meyve eti sertliği kademeli olarak düşüş göstermiştir (Tablo 2). Delikli polietilen poşetlerde paketlenmiş muzlarda GA<sub>3</sub> ile uygulama yapılmış meyveler kontrol grubuna göre sertliğini daha uzun süre korumuştur. Muhafazanın 15. gününde kontrol grubunda meyve eti sertliği 1,49 kg/cm<sup>2</sup> ile yumuşama gösterirken 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış meyvelerde ise 5,65 kg/cm<sup>2</sup> ile meyve eti sertliğini korumuştur. Hasat sonrası GA<sub>3</sub> uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine etkisinin belirlenmesinde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur. Malika mangoları [18], şeftali [22], muz ve brokoli [16] ve muz [19], meyve eti sertliğindeki yumuşama ile ilgili benzer sonuçlar kaydedilmiştir. Meyve eti sertliğindeki kayıp ve olgunlaşma sırasındaki yumuşama nedenlerinden bir tanesi şeker oluşturmak için nişastanın parçalanması diğeri ise pektin

maddelerin bozulmasıyla hücre duvarının parçalanması veya orta lamel kohezyonundaki azalmadır [24, 31]. Bir diğeri ise ozmoz süreci nedeniyle olgunlaşma sırasında suyun kabuktan meyve etine hareketidir. Olgunlaşmanın hızlanmasıyla, meyvenin tatlanmasını sağlayan nişasta hidrolizi ve şeker birikmesi hasat sonrasında olan kimyasal değişikliklerdir [10].

**Tablo 2.** *Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının farklı zaman aralıklarında meyve eti sertliği üzerine etkisi (n=15)*

Zaman	Kontrol	50 ppm GA <sub>3</sub>	100 ppm GA <sub>3</sub>	200 ppm GA <sub>3</sub>	400 ppm GA <sub>3</sub>
0.gün	6,53a	6,03a	6,00a	6,43a	6,48a
10.gün	3,65b	4,83a	5,20a	5,18a	5,70a
15.gün	1,49a	1,62a	4,80b	5,14bc	5,65c
20.gün	0,79b	0,97b	1,11b	3,90a	5,35a
25.gün	0,28b	0,77ab	0,90ab	1,35ab	1,56a
30.gün	0,00b	0,00b	0,21b	0,82ab	1,09a

Aynı harflerin takip ettiği bir satır içindeki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir, p<0,05 ile LSD test, çift yönlü varyans analizi (ANOVA)

### **Meyve Ağırlık Kaybı**

Muz meyvelerinin depolanması sırasında ağırlık kaybı yüzdesi kademeli olarak artmıştır (Tablo 3). Depolama süresince GA<sub>3</sub>'ün farklı dozlarının meyve ağırlık kaybı üzerine etkisinde anlamlı bir fark görülmemiştir. GA<sub>3</sub> ile uygulama yapılmamış meyvelerde, uygulama yapılmış gruplara kıyasla ağırlık kaybı daha fazla gözlenmiştir. Bu sonuçlar önceki denemelerle uyumludur [20, 34]. Olgunlaşmayla etilen birikimi ve üretimini giberellik asitin kısıtlaması ağırlık kaybında azalmaya neden olabilir [5]. Ancak meyve ağırlık kaybı, olgunlaşma esnasında nem ve substratlardaki azalmayla ilişkilidir ve pazarlamayı etkilemektedir. Depolama sonrasında ürünün tüketilemez (solma, büzülme vb.) hale gelmesine neden olabilir [27].

**Tablo 3.** *Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının farklı zaman aralıklarında meyve ağırlık kaybı üzerine etkisi (n=15)*

Zaman	Kontrol	50 ppm GA <sub>3</sub>	100 ppm GA <sub>3</sub>	200 ppm GA <sub>3</sub>	400 ppm GA <sub>3</sub>
0.gün	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a
10.gün	12,44a	12,59a	11,58a	12,43a	11,77a
15.gün	20,69a	22,14a	20,01a	21,06a	19,72a
20.gün	29,28a	29,52a	27,77a	29,64a	27,52a
25.gün	39,00a	39,11a	38,78a	37,76a	34,26a
30.gün	51,72a	50,48a	48,91a	49,90a	47,74a

Aynı harflerin takip ettiği bir satır içindeki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir, p<0,05 ile LSD test, çift yönlü varyans analizi (ANOVA)

### **Titre Edilebilir Asit Miktarı**

Tablo 4'ten elde edilen veriler toplam asitlik miktarının depolama süresince arttığını, olgunlaşma ile düşüşe geçtiğini göstermektedir. Depolamanın 30. gününde 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış meyvelerde kontrol grubundan daha yüksek asitlik kaydedilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla da uyumludur [13, 35]. Olgunlaşmamış meyvelerde baskın asit oksalik asittir. Olgunlaşma ile birlikte malik asit ve sitrik asit 3-4 kat artış gösterirken oksalik asit değerinin %60'ına düşmektedir. Olgunlaşmamış meyve

oksalik asit (%50), malik asit (%35) ve sitrik asit ve fosfatlar (%10) içermektedir. Olgunlaşma ile sırasıyla %65 malik asit, %20 sitrik asit ve %10 oksalik asit olacak şekilde, malik asidin olgun meyvede üstün hale gelmesiyle organik asitlik iki kat artmıştır [32]. Barker ve Solomos [4], muz olgunlaşması sırasında malik asitte baskın bir yükseliş olduğunu bulmuşlardır.

**Tablo 4.** Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının farklı zaman aralıklarında titre edilebilir asitlik üzerine etkisi (n=15)

Zaman	Kontrol	50 ppm GA <sub>3</sub>	100 ppm GA <sub>3</sub>	200 ppm GA <sub>3</sub>	400 ppm GA <sub>3</sub>
0.gün	1,053a	1,024a	1,022a	1,040a	,995a
10.gün	1,181a	1,203ab	1,024c	1,036bc	1,029bc
15.gün	1,853a	1,581b	1,334c	1,055d	1,112cd
20.gün	2,065a	2,063a	1,705b	1,435c	1,480c
25.gün	1,391d	1,578c	2,166b	2,372a	2,452a
30.gün	1,144d	1,168cd	1,282c	2,255b	2,426a

Aynı harflerin takip ettiği bir satır içindeki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir, p<0,05 ile LSD test, çift yönlü varyans analizi (ANOVA)

#### Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Muzların 30 günlük depolanması sırasında SÇKM giderek azalmış çürümeyle birlikte tekrar artış göstermiştir (Tablo 5). Uygulama yapılmamış kontrol grubu meyvelerinde 20. günde SÇKM en yüksek değeri göstermiştir (%22,67°Brix). Depolamanın 30. gününde 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması maksimum SÇKM değeri göstermiştir (%18,93°Brix). Yapılan GA<sub>3</sub> uygulamalarının SÇKM üzerine etkisinde 15., 20. ve 25. günlerde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur. Muz meyvelerinde daha önce yapılan çalışmalarla SÇKM değeri artışı benzer sonuç göstermiştir [13, 26]. Olgunlaşma sırasında SÇKM oranındaki artışın nedeni nişasta ve polisakkaritlerin şekerlere parçalanmasıdır. Olgunlaşmanın artmasıyla birlikte şeker solunum nedeniyle CO<sub>2</sub>'ye indirgenir. Giberellik asit uygulaması yapılmış meyvelerde SÇKM miktarının minimum sonuç vermesi, solunum hızının azalması ve yaşlanmanın gecikmesiyle açıklanabilir [25, 26, 37].

**Tablo 5.** Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının farklı zaman aralıklarında suda çözünür kuru madde üzerine etkisi (n=15)

Zaman	Kontrol	50 ppm GA <sub>3</sub>	100 ppm GA <sub>3</sub>	200 ppm GA <sub>3</sub>	400 ppm GA <sub>3</sub>
0.gün	2,66a	2,66a	2,53a	2,80a	2,66a
10.gün	4,53a	4,06a	4,13a	4,00a	4,00a
15.gün	13,06a	11,33b	4,30c	4,00c	4,00c
20.gün	22,67a	19,33ab	17,86b	4,13c	4,13c
25.gün	20,10a	17,43a	18,86ab	12,26b	11,93b
30.gün	19,46a	20,33a	17,46a	18,00a	18,93a

Aynı harflerin takip ettiği bir satır içindeki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir, p<0,05 ile LSD test, çift yönlü varyans analizi (ANOVA)

#### Meyve Suyu Ph'ı

Depolamanın 10. gününde kontrol ve 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış meyvelerde pH değeri (5,61 ve 5,56) iken 25. günde (5,33 ve 4,80) olarak kaydedilmiş ve uygulama yapılmış meyvelerde meyve suyu pH'ı daha düşük belirlenmiştir. Olgunlaşma ile bu değerler sırasıyla (5,73 ve 5,10) olarak kaydedilmiştir (Tablo 6). Bu sonuçlar önceki çalışmalar ile

uyumludur [13, 34]. Genellikle depolama ile artan olgunlaşma sonucunda meyve pH'ında bir düşüş gözlenir. Bu pH değerinde düşüşün nedeni bir asitlik artışından kaynaklanabilir [13,34]. Organik asit içeriğindeki düşüş, pH değerindeki artışa neden olabilir [3, 21, 38].

**Tablo 6.** Grand Nain muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının farklı zaman aralıklarında meyve suyu pH'ı üzerine etkisi (n=15)

Zaman	Kontrol	50 ppm GA <sub>3</sub>	100 ppm GA <sub>3</sub>	200 ppm GA <sub>3</sub>	400 ppm GA <sub>3</sub>
0.gün	5,75a	5,69a	5,72a	5,76a	5,79a
10.gün	5,61 ab	5,52b	5,56ab	5,64a	5,56ab
15.gün	5,50a	5,12a	5,34a	5,49a	5,52a
20.gün	4,87a	4,84a	4,88a	5,02b	5,04b
25.gün	5,33a	5,32a	5,10b	4,78c	4,80c
30.gün	5,73a	5,72a	5,41b	5,20bc	5,10c

Aynı harflerin takip ettiği bir satır içindeki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir, p<0,05 ile LSD test, çift yönlü varyans analizi (ANOVA)

### Raf Ömrü

Yapılan bu deneme sonucunda muz meyvesine hasat sonrasında yapılan giberellik asit uygulamasının raf ömrünü uzatmak için önemli bir uygulama olduğu anlaşılmıştır. Kontrol grubunda bulunan muz meyveleri 14 günlük raf ömrüne sahipken 50 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış muz meyveleri 16 gün, 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanmış meyvelerin raf ömrü 18 gün, 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmış muz meyvelerinin raf ömrü 20 gün ve 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmış muz meyvelerinin ise 25 gün sonunda yeme olgunluğunu koruduğu ve çürümenin başladığı tespit edilmiştir. Maksimum raf ömrü ve geciken meyve eti sertliği yumuşaması 400 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmış meyve grubunda rastlanmıştır. Yapmış olduğumuz çalışma diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermiştir [13, 15, 30]. Giberellik asitin raf ömrünü arttırmasının nedeni, olgunlaşma sırasındaki etilen üretimini azaltan enzimatik aktiviteleri kontrol etmesinden kaynaklanabilir [33]. Bu çalışma, Giberellik asidin raf ömrünü uzatmak için kullanılabileceğini ortaya koymuştur. 200 ve 400 ppm GA<sub>3</sub> dozları Grand Nain muzlarının meyve kalitesini etkilemeden, hasat sonrası nakliye ve depolama süresini arttırarak raf ömrünü uzatmakta etkili olduğunu bulunmuştur. Muhafaza süresi boyunca olgunlaşmayı geciktirmiş ve meyve yaşlanmasını engellemiştir. GA<sub>3</sub> uygulamasının ticari olarak kullanımının tavsiye edilebileceği kanaatindeyiz.

**Acknowledgement.** Bu makale "GA<sub>3</sub>'ün muzun raf ömrü ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi" başlıklı Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

### KAYNAKLAR

- [1] Ahmed, O.K., Tingwa, P.O. (1995): Effect of gibberellic acid on several parameters of ripening banana fruits. University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences, 3(1): 47-59.
- [2] Anonim, Banana Ripening Chart, Postharvest Centere, Universty of California, (1996): [https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Fruit\\_English/?uid=9&ds=798](https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=9&ds=798)

- [3] Bains, B.K., Sharma, M., Singh, S.K. (2017): Quality regulation in banana through post-harvest treatment with ethylene and ethylene inhibitors. *Research Crops*, 18(4): 656-661.
- [4] Barker, J., Solomos, T. (1962): Mechanism of the climacteric rise in respiration in banana fruits. *Nature*, 195: 189.
- [5] Bhusan, L.P., Das, A.K., Dash, D.K., Dash, S.N., Swain, S., Pradhan, B. (2018): Influence of post-harvest application of GA and Ca on shelf-life of banana (*Musa spp.*) cv. Grand naine. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2): 3132-3135.
- [6] Canan, İ. (2012): Anamur yöresinde yetişen muzların muhafazasında değişik derim sonrası uygulamaların raf ömrü, meyve kalitesi ve fizyolojisi üzerine etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [7] Cemeroglu, B. (1992): Meyve ve sebze isleme endüstrisinde temel analiz metotları. Biltav Yayınları, Ankara, 381s.
- [8] Cemeroglu, B. (2007): Gıda analizleri, Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, No: 34, 52-88s.
- [9] Cemeroglu, B. (2010): Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34. Ankara, 557 s.
- [10] Dadzie, B.K., Orchard, J.E. (1997): Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods, 2. Baskı, Bioversity International.
- [11] Dündar, Ö., Pekmezci, M. (1991): Farklı derim zamanları ve depo koşullarının Valencia ve Kozan yerli portakallarının muhafazasına etkisi üzerinde araştırmalar. *Doğa Tur. Tar. Ve Orm. Dergisi*, 15(3): 604-612.
- [12] Fletcher, R.A., Osborne, D.J. (1965): Regulation of protein and nucleic acid synthesis by gibberellin during leaf senescence. *Nature*, 207: 1176-1177.
- [13] Ghimire, R., Yadav, P.K., Khanal, S., Shrestha, A.K., Devkota, A.R., Shrestha, J. (2021): Effect of different levels of gibberellic acid and kinetin on quality and self-life of banana (*Musa spp.*) fruits. *Heliyon*, 7(9): 08019.
- [14] Gottreich, M., Halevy, Y. (1982): Delaying ripening of pre-harvest bananas (*Dwarf Cavendish*) with gibberellins. *Fruits*, 37(2): 97-102.
- [15] Hakim, K.A., Sarkar, M.A.R., Khan, M.Z.H., Rahman, S.M., Ibrahim, M., Islam, M.K. (2013): Effect of post-harvest treatments on physiochemical characters during storage of two banana (*Musa spp. L.*) cv. Sabri and Amritasagar. *International Journal of Biosciences*, 3: 168-179.
- [16] Huang, H., Jiang, Y. (2012): Effect of plant growth regulators on banana fruit and broccoli during storage. *Scientia horticulturae*, 145: 62-67.
- [17] Huang, H., Jing, G., Wang, H., Duan, X., Qu, H., Jiang, Y. (2014): The combined effects of phenylurea and gibberellins on quality maintenance and shelf life extension of banana fruit during storage. *Scientia Horticulturae* 167: 36-42.
- [18] Khader, S.E.S.A. (1992): Effect of gibberellic acid and vapor gard on ripening, amylase and peroxidase activities and quality of mango fruits during storage. *J. Am. Soc. Hortic. Sci*, 67(6): 855-860.
- [19] Kowsalya, J., Rajkumar, M. (2019): Effect of chemicals and growth regulators on shelf life and quality of banana cv. Grand naine. *Plant Archives*, 19(2): 832-834.
- [20] Osman, H.E., Abu-Goukh, A.A. (2008): Effect of polyethylene film lining and gibberellic acid on quality and shelf-life of banana fruits. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences*, 16(2): 241-260.
- [21] Madhavi, M., Srihari, D., Dilip Babu, J. (2005): Effect of post-harvest ethrel treatment on ripening and quality of sapota cv. Pala fruits. *Indian Journal of Horticulture*, 62(2): 187-189.
- [22] Martínez-Romero, D., Valero, D., Serrano, M., Burló, F., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F. (2000): Exogenous polyamines and gibberellic acid effects on peach (*Prunus persica L.*) storability improvement. *Journal of Food Science*, 65(2): 288-294.
- [23] NAL (National Agricultural Library), (2007): United States Department of Agriculture. <http://www.nal.usda.gov/>.

- [24] Palmer, J.K. (1971): The banana. The biochemistry of fruits and their products, 2: 65-105.
- [25] Patel, A.B., Katrodia, J.S. (1998): Effect of GA on shelf-life of sapota fruits after transportation. *Indian Journal of Horticulture*, 55(2), 127-129.
- [26] Rossetto, M.R.M., Lajolo, F.M., Cordenunsi, B.R. (2004): Influência do ácido giberélico na degradação do amido durante o amadurecimento da banana. *Food Science and Technology*, 24: 76-81.
- [27] Salunkhe, D. K., Desai, B. B. (1984): Postharvest biotechnology of fruits, 1-2s.
- [28] Scott, F.M., Leopold, A.C. (1967): Opposing effect of GA<sub>3</sub> and ethylene. *Plant Physiology*, 42: 1012-1023.
- [29] Seymour, G.B. (1993): Banana. *Biochemistry of fruit ripening*, 83-106s.
- [30] Shrestha, B.K. (2010): Effect of postharvest treatments on prolonging shelf life of banana (Doctoral dissertation, MSc Thesis. Department of Horticulture. Agriculture and Forestry University, Rampur, Chitwan, Nepal).
- [31] Smith, N.J.S., Tucker, G.A., Jeger, J. (1989): Softening and cell wall changes in bananas and plantains. *Aspects of Applied Biology* 20: 57-65.
- [32] Steward, F.C., Hulme, A.C., Freiberg, S.R., Hegarty, M.P., Pollard, J.K., Rabson, R., Barr, R.A. (1960): Physiological Investigations on the Banana Plant: With nine Figures in the Text: Biochemical Constituents Detected in the Banana Plant. *Annals of Botany*, 24(1): 83-87.
- [33] Tapas, S., Veena, J., Tanmoy, S., Sayan, S. (2016): Effect of post harvest treatments on shelf life and quality of banana cv. Grand Naine. *International Journal of Agriculture Sciences*, ISSN, 0975-3710.
- [34] Tourky, M.N., Tarabih, M.E., El-Eryan, E.E. (2014): Physiological studies on the marketability of Williams banana fruits. *American Journal of Plant Physiology*, 9(1): 1-15.
- [35] Tripathi, V.K., Ram, H.B., Jain, S.P., Singh, S. (1981): Changes in developing banana fruit. *Progressive horticulture*, 13(1): 45-53.
- [36] Vendrell, M. (1970): Acceleration and delay of ripening in banana fruit tissue by gibberellic acid. *Australian Journal of Biological Sciences*, 23(3): 553-560.
- [37] Wills, R.B.H., McGlasson, B., Graham, D., Joyce, D. (1998): Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals. Univ. New South Wales Press, 262.
- [38] Zomo, S.A., Ismail, S.M., Jahan, M.S., Kabir, K., Kabir, M.H. (2014): Chemical properties and shelf life of banana (*Musa sapientum* L.) as influenced by different postharvest treatments. *The Agriculturists*, 12(2): 06-17.