

# HASAT SONRASI UV-C IŞIĞI VE DİĞER BAZI KORUYUCU UYGULAMALARIN SATSUMA MANDARİNİN KALİTE VE DAYANIM GÜCÜNE ETKİLERİ

Fatih ŞEN İsmail KARAÇALI

E.Ü.Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100 Bornova İZMİR

## ÖZET

Bu çalışma, UV-C ışığı ve diğer bazı koruyucu uygulamaların 'Satsuma' mandarininde (*Citrus Unshiu* Mar.) hasat sonrası görülen kayıplara ve depolanabilirliğe etkilerini araştırmak amacıyla 2001-2003 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmanın 1. yılında farklı sürelerde (0, 10, 15, 20, 25 dak) UV-C ışık uygulamaları yapılmış ve en uygun sürenin 10 dak olduğu saptanmıştır. Denemenin 2. yılında ise 10 dak UV-C ışığı uygulaması tek başına, kalsiyum ve sıcak su uygulamaları ise tek veya birlikte uygulanmıştır. Her iki yılda da uygulama yapılan 'Satsuma' meyveleri 51°C'de %90-95 oransal nemde 2 ay süre ile depolanmıştır. İlk yıl çalışmasında, 10 dak üzerindeki UV-C ışığı uygulama sürelerinin kabuk rengini matlaştırdığı ve süre uzadıkça bu etkinin daha da belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Sıcak su + kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) uygulanan meyve kabuklarında kalsiyum miktarının biraz yükseldiği saptanmıştır. Genel olarak kalsiyumun yer aldığı uygulamalar dışındaki tüm uygulamalar etkin bir hastalık kontrolü sağlamıştır. 53°C 3 dak sıcak su uygulaması hastalık kontrolünün iyi olması yanında, UV-C ışığı uygulaması gibi olumsuzluklar göstermemesi ve birçok kalite parametresini olumlu yönde etkilemesinden dolayı en uygun uygulama bulunmuştur.

**Ahahtar Kelimeler:** Satsuma, UV-C ışığı, Koruyucu uygulamalar, Depolama, Kalite

## The Effects of Uv-C Light and Other Protected Treatments on Quality and Resistance Capacity of Satsuma Mandarins

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of UV-C light application and some other protected treatments on postharvest losses and storage capability of 'Satsuma' mandarins (*C. Unshiu* Mar.) in 2001-2003. In the first year of research, different UV-C light durations (0, 10, 15, 20, 25 min) applied and the optimum duration was determined as 10 min. In the second year, the treatments were 10 min of UV-C light alone; calcium and hot water were applications alone and in combination. In both years, fruits were stored at 51°C and 90-95 % RH for 60 days. In the first year experiment, more than 10 min of UV-C light application reduced the lightness of the fruit peel and with increasing duration intensified the effect. The calcium content of the peels of hot water + calciumchloride treated fruit was increased slightly. In general, all treatments, except the ones in combination with calcium, were found to be effective to control diseases. The hot water treatment of 53°C for 3 min was found to be the most favorable, because besides being good in disease control, it also affected many of the quality parameters positively. Hot water treatment did not have unfavorable effects on fruit quality as UV-C light treatments did.

**Key words:** Satsuma mandarin, UV-C light, Protected treatments, Storage, Quality

## 1. GİRİŞ

Diğer bazı taze ürünlerde olduğu gibi turunçgillerde de hasat sonrası patolojik ve fizyolojik kayıplarının kontrolünde birçok kimyasal kullanılmaktadır. Bu kimyasalların pek çoğunun insan ve çevre sağlığına zararlı olmasından dolayı, kullanımlarının azaltılmasına ve

kimyasal olmayan yeni yöntemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar giderek önem kazanmaktadır. Bunlarda biri olan hasat sonrası UV-C ışığı uygulaması, aslında bir yüzey uygulaması olup, dokuya sadece 50-300 nm girmekte ve yüzeyi sterilize etmektedir (Lu ve ark., 1991). Çalışmalar UV-C'nin, hastalıklara dayanıklılıkta önemli olan fitoaleksin

bileşiklerinin oluşumunu uyardığını göstermiştir (Ben-Yehoshua ve ark., 1992). Bahçe ürünlerine UV-C ışığı uygulaması hasat sonrası hastalıkların kontrolü için kimyasal kontrole, alternatif olarak göz önüne alınabilir (Stevens ve ark., 1991; Stevens ve ark., 1996). Bu uygulamanın aynı zamanda elma, şeftali gibi klimakterik meyvelerde olgunlaştırmayı geciktirdiği de bildirilmiştir (Lu ve ark., 1991; Wilson ve ark., 1994). UV-C ışığı uygulamasının, meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıklara karşı dayanıklılığı teşvik ederek ve olgunlaşmayı geciktirerek hasat sonrası depolama ömrünü iyileştirdiği ve raf ömrünü uzattığı saptanmıştır. Fakat arzulanan etkinin alınabilmesi için uygulanacağı ürün için uygun sürenin bilinmesi gerekmektedir.

Hasat sonrası sıcaklık uygulamaları patolojik ve fizyolojik bozuklukları engelleyerek, üşüme zararına duyarlılığı azaltarak ve olgunlaşmayı geciktirerek meyvelerin depolama ömrünü uzatmaktadır (Lurie, 1998; Lurie ve Klein, 2003). Sıcak suya daldırılma (3 dak 50-54°C) turunçgil meyvelerinde çürüme oranını önemli derecede azaltmıştır (Shirra ve D'hallewin, 1997; Porat ve ark., 2000).

Hasat sonrası kalsiyum uygulamaları, olgunlaşma süresini geciktirerek ve patojen saldırılarının şiddetini azaltarak bahçe ürünlerinin hasat sonrası ömrünü uzatmakta etkili olmaktadır (Ferguson, 1984; Conway ve ark., 1992). Son yıllardaki çalışmalar, kalsiyumun hücre düzeyindeki etkisinin sadece çeper materyali ile sınırlı olmadığını, çok daha ayrıntılı ve geniş düzeyde olduğunu göstermiştir (Marme, 1989). Kalsiyum ve sıcaklık kombinasyonları, ayrı ayrı uygulamalarına oranla, meyve kalitesinin sürdürmede ve hasat sonrası hastalıklara karşı dayanıklılığın artırılmasında daha etkili olmaktadır (Klein ve ark., 1990). Bu çalışmada,

'Satsuma' mandarini için en uygun UV-C ışığı uygulama süresi saptanması ve ayrıca UV-C ışığı, kalsiyum ve sıcak su uygulamaların tek ve birlikte uygulanmasının meyve kalitesine ve dayanım gücüne etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

'Satsuma' mandarinin (*Citrus Unshiu* Mar.) meyveleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait, üçyapraklı anacı üzerine aşılı Owari Satsuma ağaçlarından ticari olgunluğa geldiği ekim ayının ilk haftasında hasat edilmiş ve hemen laboratuvara getirilmiştir. Her iki yılda orta boy ve homojen renkli meyveler seçilerek 5 gruba ayrılmıştır. Çalışmanın ilk yılında her uygulamada 80, ikinci yılında ise 120 adet meyve kullanılmıştır.

### 2.2. Hasat Sonrası Uygulamalar ve Depolama Koşulları

UV-C uygulamalarında 254 nm dalga boyundaki ışıktan yararlanılmıştır. Çalışmada 2.5 cm çapında ve 88 cm uzunluğunda 30 watt'lık 0-36 amperlik bir UV lamba (GE30T8) kullanılmıştır. Meyveler çeşme suyla yıkanıp açık havada kurutulduktan sonra UV-C ışık uygulaması için lambanın 10 cm altına sap kısmı yukarı gelecek şekilde sıralanmışlardır. Meyveler, 0, 10, 15, 20 ve 25 dak sürelerle UV-C lamba altında tutulmuş ve sonra karanlıkta 24 saat 25C'de bekletilmiştir (Stevensen ve ark., 1996; Kınay, 2001). Hasat sonrasında meyveleri kalsiyum çözeltilisine daldırma işleminde, kalsiyum kaynağı olarak kalsiyumklorür,

(CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, Horasan) formu kullanılmıştır (Lurie ve Klein, 1992). Sıcak su uygulamalarında, sıcaklığı ayarlanabilir, termostatlı, 100 litre hacimli sıcak su banyoları kullanılmış ve meyveler 3 dak süreyle 53°C'deki sıcak suya daldırılmıştır.

Çalışmanın ilk yılında belirlenen 10 dak UV-C ışığı uygulaması çalışmanın ikinci yılında kalsiyum ve sıcak su uygulamaların teksel veya kombine edilen uygulamalarıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ikinci yılında; 3 dak 23°C'deki suya daldırma (kontrol), 10 dak UV-C ışığı uygulaması (UV-C), 3 dak 23°C'de %2'lik CaCl<sub>2</sub> solüsyonuna daldırma (CaCl<sub>2</sub>), 3 dak 53°C'deki sıcak suya daldırma (SS), 3 dak 53°C'de %2'lik CaCl<sub>2</sub> solüsyonuna daldırma (SS+CaCl<sub>2</sub>) uygulamaları yapılmıştır. UV-C ışığı dışındaki uygulamalarda ve kontrolde yayıcı yapıştırıcı (0.25 ml/l, agral, Zeneca) kullanılmış ve uygulama yapılan 'Satsuma' meyveleri suları süzülüp açık havada kurutulmuştur. Çalışmanın her iki yılında da kontrol ve uygulama yapılan tüm meyveleri 50.5°C ve %90-95 oransal nemdeki soğuk odada 2 ay süreyle depolanmıştır (Karaçalı, 2002). Meyveler depolanmanın 30. ve 60. gününde depodan çıkarılarak uygulamaların etkileri belirlenmiştir.

### 2.3. Çürüklük Gelişimi ve Ağırlık Kaybı

Çürük meyve sayısı ve bunların etmenlere göre dağılışı saptanarak toplam çürüme oranı ve bunun etmenlere göre dağılışı oranı % olarak hesaplanmıştır (Kınay, 2001). Ağırlık kaybı depolama öncesi, 30. ve 60. günü meyve ağırlıkları tartılarak % olarak saptanmıştır.

### 2.4. Kabuk Rengi

Kabuk rengi, her tekerrürden alınan 10 adet meyvenin ekvator bölgesinin iki tarafından Minolta kolorimetresi (Minolta CR-300) ile renkleri (L, a, b) ölçülerek saptanmıştır (L, açıklık-koyuluk; a, yeşil-kırmızı; b mavi-sarı).

### 2.5. Meyve Suyu Oranı ve Kimyasal Analizi

Meyve suyunun ağırlığı, sıkılan meyvelerin ağırlığına orantılanarak % meyve suyu oranı elde edilmiştir. Meyve suyundaki suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı refraktometre (ATAGO, ATC-1) ile saptanmıştır. Titre edilebilir asit (TA) miktarı 0.1 N NaOH ile titre edilerek g sitrik asit/100 ml cinsinden hesaplanmıştır. SÇKM miktarının asit miktarına bölünmesiyle SÇKM/asit oranı bulunmuştur. Meyve suyu pH değeri, pH metre (WTW) ile ölçülerek saptanmıştır (Karaçalı, 2002). Meyve suyundaki C vitamini (L-askorbik asit) miktarı 2,6-dichloroindophenol titrimetrik metodu AOAC (1995) kullanılarak saptanmıştır. Sonuçlar, mg C vitamini/100 ml meyve suyu olarak verilmiştir.

### 2.6. Kabukta Kalsiyum Miktarı

Kalsiyum analizleri için örneklerde yaş yakma yöntemi (Kaçar, 1994) uygulanmış ve bu yönteme göre hazırlanan örneklerin okumaları alevli atomik absorpsiyon (Perkin Elmer Analist 300 Model) aleti ile yapılarak sonuçlar % olarak verilmiştir.

### 2.7. İstatistiksel Analiz

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Denemeden elde edilen veriler SPSS (SPS Inc., USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, her bir örnek alım z a m a n ı i ç i n a y r ı a y r ı

ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Birinci Yıl Çalışmaları

##### 3.1.1. Çürüklük Gelişimi ve Ağırlık Kaybı

Depolama boyunca kontrol ve uygulamalarda hiçbir çürüklük gelişimine rastlanmamıştır. Depolama sonunda kontrol meyvelerinde ağırlık kaybı, uygulamalara göre daha önemli boyutta olmuştur. Ağırlık kaybı, UV-C ışığı uygulama süresine paralel artarak, 25 dak UV-C ışığı uygulamalarında kontrol meyvelerine benzer olmuştur. 10 dak UV-C ışığı uygulaması meyvelerin ağırlık kaybını kontrole göre önemli derecede sınırlandırmıştır (Çizelge 1).

##### 3.1.2. Kabuk Rengi

Depolama dönemi sonunda uygulamaların meyve kabuğunun açıklık-koyuluk (L) değerine etkisi daha belirgin hale gelmiştir. UV-C ışığının uygulama süresine bağlı olarak L değerinde bir gerileme görülmüştür. En düşük L değerleri, 20 ve 25 dak UV-C ışığı uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 1 A). 10 dakikadan uzun UV-C ışığı uygulamaları, meyve kabuğunun L değerini olumsuz etkileyerek kabuğun renk açıklığını kaybederek, matlaşıp esmerleşmesine neden olmuştur. UV-C ışığı uygulaması meyve kabuğunun a değerini de olumsuz yönde etkileyerek düşürmüştür. Uygulama süresine bağlı olarak a değerinde farklılıklar olmuştur. Genel olarak 10 dakikadan uzun uygulamaların a değeri daha düşük kalmıştır (Çizelge 1). Kontrol ile 10 dak UV-C ışığı uygulamasının b değerleri benzerlik gösterirken, daha uzun süreli

UV-C ışığı uygulamalarında, uygulama süresine bağlı olarak meyve kabuğunun b değeri kararlı bir şekilde gerilemiştir (Şekil 1 B) Meyve kabuğunun L ve b değerleri depolama dönemi boyunca azalış, a değeri ise artış göstermiştir.

##### 3.1.3. Meyve Suyu Oranı ve Kimyasal Analizi

UV-C uygulananlarının meyve suyu oranı (MSO), uygulama yapılmayanlara göre depolamanın 30. gününde artış, 60. gününde ise azalış eğilimi göstermiştir. Bu azalış, 10 dakikadan daha uzun süreli UV-C ışığı uygulamalarında daha belirgin olmuştur. Kontrol ve uygulamaların SÇKM ve TA miktarlarındaki değişimler birbirine benzer olduğu için bu parametrelere bağlı olan SÇKM/TA oranları da birbirine göre farklılık göstermemiştir. Depolamanın ilk döneminde C vitamini miktarı 25 dak UV-C ışığı uygulamalarından olumsuz etkilenmiştir. Depolama boyunca kontrol ile 10 dak UV-C ışığı uygulamasının C vitamini miktarları birbirine benzerlik göstermiştir. SÇKM miktarı depolama dönemince değişmezken, TA miktarı azalış, SÇKM/TA oranı artış, meyve suyu ve C vitamini miktarı önce artış, sonra azalış göstermiştir.

#### 3.2. İkinci Yıl Çalışmaları

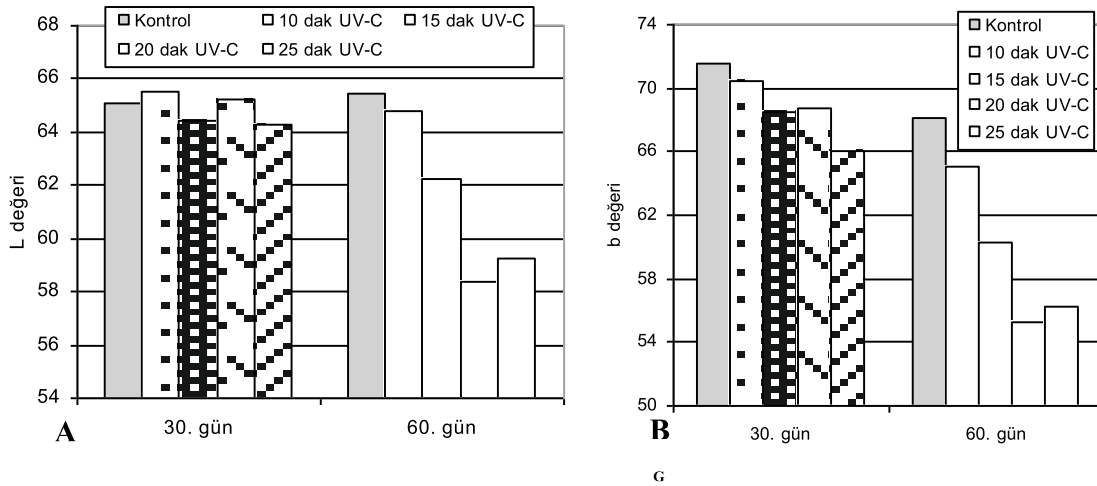
##### 3.2.1. Çürüklük Gelişimi Ve Ağırlık Kaybı

Hasat sonrası bazı uygulamaların tek ve birlikte uygulandığı bu denemede, ağırlıklı hastalık etmeni olarak *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum* saptanmıştır. Bunun yanında depolamanın sonunda SS+CaCl<sub>2</sub> uygulananlarda *Alternaria spp.* ve *Stemphylium spp.* gibi diğer hastalık etmenlerinin neden olduğu bazı çürümelere de rastlanmıştır.

Çizelge 1. Hasat Sonrası Farklı Sürelerde UV-C Işığının Uygulamalarının Ağırlık Kaybı, Meyve Suyu Oranı, SÇKM/TA Oranı, C Vitamini ve Kabuk Rengine Etkileri

Uygulamalar	Ağ. kaybı (%)	MSO (%)	SÇKM/TA oranı	C vitamini (mg/100 ml)	Renk (a)
30. Gün					
Kontrol	5.55 a	52.2 b	9.3	25.59 ab	28.9 a
10 dak UV-C	4.09 b	54.8 ab	10.5	23.90 ab	23.4 b
15 dak UV-C	5.16 a	56.4 a	10.2	26.33 a	22.7 b
20 dak UV-C	5.33 a	55.4 ab	9.7	23.44 b	24.0 b
25 dak UV-C	5.06 a	54.9 ab	9.49	20.48 c	23.7 b
60. Gün					
Kontrol	8.52 a	56.3 a	10.5	23.76	29.3 a
10 dak UV-C	6.51 c	53.0 ab	11.2	22.77	26.3 b
15 dak UV-C	7.31 bc	50.8 b	10.1	24.45	25.0 bc
20 dak UV-C	7.30 bc	52.6 b	11.3	22.89	24.3 c
25 dak UV-C	8.09 ab	50.0 b	11.2	20.84	23.8 c

Ortalamalar arasındaki farklılıklar sütunlardaki gruplar için ayrı ayrı Duncan testiyle  $P: 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Hasat Sonrası Farklı Sürelerde UV-C Işığının Uygulamalarının Meyve Kabuğunun L Değeri (A) ve B Değeri (B) Üzerine Etkileri

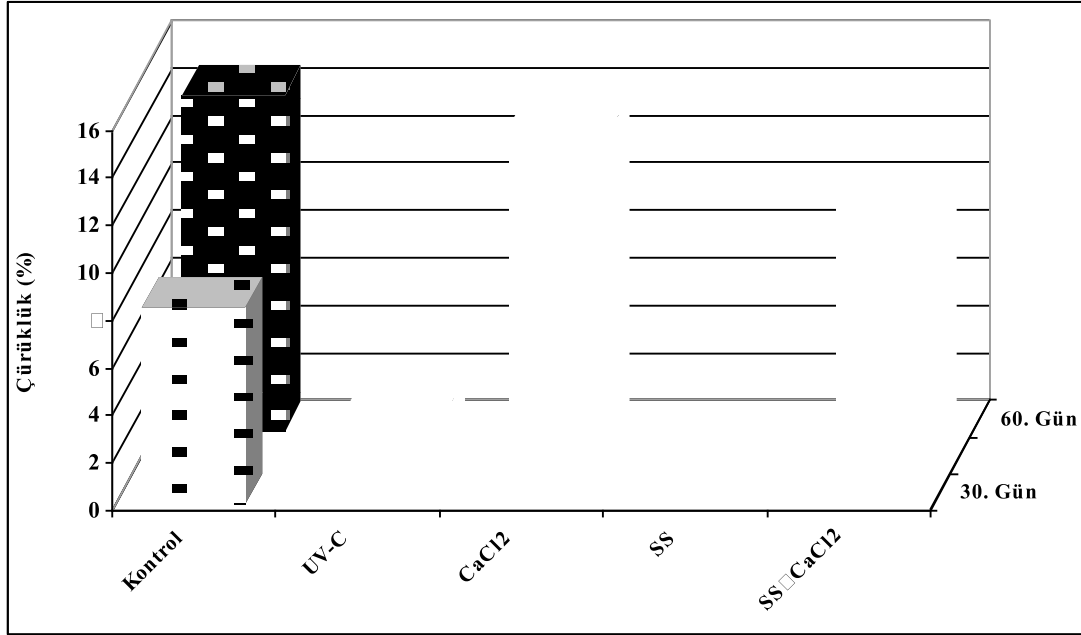
Depolamanın ilk döneminde kontrolde *P. digitatum* ve *P. italicum*'un neden olduğu hastalık oranlarının toplamı %8.33 olarak belirlenirken, sıcak suyun tek ve kalsiyum ile birlikte edildiği uygulandıklarında hastalık gelişiminin görülmediği veya çok düşük oranlarda olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2). Depolamanın sonunda kontrol meyvelerde, toplam hastalık yüzdesi yaklaşık %15'lere ulaşırken, sıcak su uygulanan meyvelerde hiçbir hastalık

gelişimine rastlanmamıştır.  $CaCl_2$  uygulamaları çürüklük gelişimi üzerinde çok fazla etkili bulunmamıştır (Çizelge 2). Çürüklük gelişimini sınırlayıcı etki daha çok sıcak sudan kaynaklanmaktadır.

Ağırlık kaybı üzerine uygulamaların etkisi önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmamıştır (Çizelge 3). Ağırlık kaybı, depolama dönemi boyunca beklenildiği gibi bir artış göstermiştir.

Çizelge 2. ‘Satsuma’ Mandarininde Hasat Sonrası Bazı Koruyucu Uygulamaların Tek ve Birlikte Uygulanmasının Çürüklük Gelişimi Üzerine Etkileri

Uygulamalar	<i>P. digitatum</i>		<i>P. italicum</i>		Toplam	
	Çürüklük (%)	Etki (%)	Çürüklük (%)	Etki (%)	Çürüklük (%)	Etki (%)
30. Gün						
Kontrol	4.17	-	4.17	-	8.33	-
UV-C	2.00	52	0.00	100	2.00	70
CaCl <sub>2</sub>	0.00	100	2.50	40	2.50	90
SS	0.83	80	0.00	100	0.83	80
SS+CaCl <sub>2</sub>	0.00	100	0.00	100	0.00	100
60. Gün						
Kontrol	12.50	-	1.67	-	14.16	-
UV-C	1.00	92	2.00	-	3.00	79
CaCl <sub>2</sub>	3.87	69	7.28	-	12.93	9
SS	0.00	100	0.00	100	0.00	100
SS+CaCl <sub>2</sub>	0.00	100	7.69	-	9.62	32



Şekil 2. Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların ‘Satsuma’ Mandarininde Hastalık Gelişimi Üzerine Etkileri

### 3.2.2. Kabuk Rengi

Meyve kabuğunun L değeri, kontrol ile tek sel sıcak su uygulamasında birbirine benzerlik göstermiş olup, daha yüksek değerler vermiştir. Depolamanın ilk döneminde, UV-C ışığı ve kalsiyumun yer aldığı uygulamaları meyve kabuğunun L değerini olumsuz etkilemiştir. Bu

olumsuz etki depolama sonunda sadece UV-C ışığı uygulananlarda görülmüştür (Çizelge 3). UV-C ışığı uygulamaları, kabuğun matlaşp, esmerleşmesine neden olmuştur. Uygulamaların kabuğun a değerine etkileri özellikle depolama sonunda çok sınırlı olmuştur. Meyve kabuğunun b değeri ise UV-C ışığından olumsuz etkilenmiştir. Kalsiyumun yer aldığı uygulamaların b



değerleri, UV-C ışığı uygulamasına yakın değerler vermiştir (Çizelge 3). Depolama periyodu boyunca meyve kabuğunun L değeri düşüş, a değeri artış, b değeri önce düşüş, sonra ise hafif bir artış göstermiştir.

### 3.2.3. Meyve Suyu Oranı Ve Kimyasal Analizi

Meyve suyu oranı depolamanın ilk döneminde kalsiyumun yer aldığı uygulamalarda, diğer uygulamalara göre daha düşük düzeyde kalmıştır. Fakat uygulamalar arasındaki bu farklar depolama sonunda kaybolmuştur (Çizelge 3). Kalsiyumun tek veya birlikte uygulandığı meyvelerin SÇKM miktarı, kontrol meyvelerine göre daha yüksek bulunurken, diğer uygulamaların ki kontrole benzer olmuştur (Çizelge 3). Uygulamaların depolama periyodu boyunca TA, C vitamini miktarına ve pH değerine etkileri benzerlik göstermiştir. Genel olarak uygulamaların SÇKM/TA oranına etkisi sınırlı düzeyde olmuştur. Depolama periyodu boyunca TA, C vitamini miktarında azalış, pH değeri, SÇKM/TA oranında artış, meyve suyu oranında önce artış, sonra ise azalış gözlenmiştir.

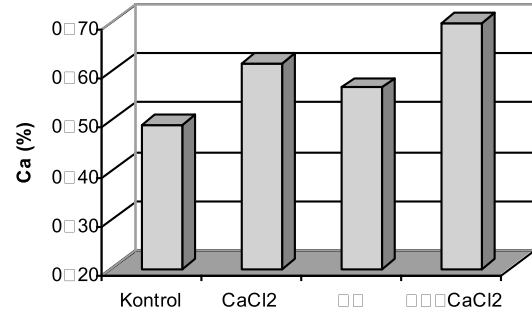
### 3.2.4. Kabukta Kalsiyum Miktarı

Hasat sonrası SS+CaCl<sub>2</sub> uygulanan mandarin meyve kabuğundaki kalsiyum içeriklerinin (%0.70) kontrol meyvelerine göre (%0.49) daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Diğer uygulamaların kalsiyum içeriklerini etkisi sınırlı olmuştur.

## 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmanın ilk yılında; hasat sonrası UV-C ışığı uygulama yapılan yapılmayan meyvelerde hiçbir çürüklük gelişiminin olmamasında, hasat öncesi dönemde hava koşullarının uygun

olmasına, hasat ve taşımada gereken özeninin gösterilmesinin önemli rolü olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 3. Depolama Sonrası Mandarin Kabuklarında Ca İçerikleri (%)

Hasat sonrası UV-C ışığı uygulaması, aslında bir yüzey uygulaması olduğundan, etkiler meyve kabuğunda daha belirgindir. Çünkü bu ışık çok saydam ortamlarda bile dokunun birkaç mm içine girer. Meyve kabuğunun rengini ifade eden L, a ve b değerleri, UV-C ışığı uygulamalarından olumsuz etkilenerek gerilemiştir. Bu gerileme, uygulama süresinin artmasıyla daha da belirgin olmuştur. Özellikle 20 ve 25 dakikalık uygulamalar, meyve kabuk renginin açıklığını kaybederek, matlaşıp esmerleşmesine neden olmuştur. Kınay (2001) UV-C ışığının mandarinlerin meyve kabuğunda bu şekilde olumsuz bir etki yaptığını ifade etmiştir. UV-C ışığı bu bölgede lipitlerde ve lipit karakterli pigmentlerde oksidasyonları hızlandırarak etkili olduğu söylenebilir. Bu ise pigmentlerde oksidasyon sonucu değişime ve renk kararmasına neden olabilir. Denemede renk parametrelerindeki (L, a, b) değişimler kararlı bir durum göstermiş ve süre uzadıkça değerler gerilemiştir. Bu, hem saptama yöntemlerinin uygunluğunu hem de UV-C ışığının doğrudan etkisini göstermektedir.

Çizelge 3. Hasat Sonrası Bazı Koruyucu Uygulamaların Tek ve Birlikte Uygulanmasının Ağırlık Kaybı, Meyve Suyu Oranı, SÇKM Miktarı ve Kabuk Rengi Üzerine Etkileri

Uygulamalar	Ağ. Kaybı (%)	MSO (%)	SÇKM (%)	Renk		
				L	a	b
30. Gün						
Kontrol	3.86	48,6 a	14.5 b	67.1 a	26.6 ab	64.3 a
UV-C	4.24	45,7 ab	14.9 ab	64.5 b	27.8 ab	61.9 b
CaCl <sub>2</sub>	4.43	40,3 b	15.8 a	65.6 b	28.6 a	63.3 ab
SS	3.94	50,1 a	14.4 b	67.2 a	25.5 b	64.5 a
SS+CaCl <sub>2</sub>	4.36	40,3 b	15.5 a	65.3 b	27.7 ab	63.6 ab
60. Gün						
Kontrol	6.25	43,5	14.3 bc	66.2 a	28.4	66.3 a
UV-C	6.04	44,8	14.9 abc	63.5 b	28.0	62.0 c
CaCl <sub>2</sub>	5.97	42,3	15.6 a	65.6 a	29.1	63.6 bc
SS	5.64	44,8	14.1 c	67.1 a	27.4	65.9 ab
SS+CaCl <sub>2</sub>	6.36	42,4	15.2 a	65.3 ab	28.6	64.3 abc

Ortalamalar arasındaki farklılıklar sütunlardaki gruplar için ayrı ayrı Duncan testiyle  $P: 0.05$ 'e göre belirlenmiştir.

UV-C, kabuk yüzeyinde bulunan kütikulanın ısı etkisiyle yumuşaması ve yayılmasına neden olarak su kaybını sınırlandırmış olabilir. Ancak sürenin artması, kütikular bozulmalara ve su kaybını sınırlayıcı etkisinin azalmasına neden olabilir (Katoka ve ark., 1996).

Meyve suyu oranı depolama sonunda, 15 dak ve üzerindeki sürelerde UV-C ışığı uygulamalarından olumsuz etkilenmiştir. Uygulamaların SÇKM ve TA fraksiyonunun benzer şekilde etkilenmesi sonucu SÇKM/TA oranındaki değişmelerde çok sınırlı olmuştur (D'hallewin ve ark., 1994). Kontrol ve 15 dakika süreyle UV-C uygulamasında C vitamini miktarı birbirine benzer olmakla birlikte, genel olarak 25 dak UV-C ışığı uygulamalarında, C vitamini kaybı daha hızlı olması oksidatif etkinin bir sonucudur.

Çalışmanın ikinci yılında; toplam hastalık kaybı gözönüne alındığında, kalsiyumun yer aldığı uygulamalar dışındaki sıcak su ve UV-C ışığı uygulamalarında etkin bir hastalık kontrolü sağlamıştır. CaCl<sub>2</sub> bu olumsuz

etkisi özellikle *P. italicum* üzerinden gerçekleşmiştir. Kabukta direnci arttırdığı bilinen bu uygulamanın hastalık kaybını arttırması daha da incelemeyi gerektiren bir durumdur. Hastalık gelişimi beklendiği gibi depolama dönemi boyunca giderek artmıştır. Bu iki küf mantarı için de geçerlidir. Zamanla kabuk direnci azalan meyveler, giderek daha kolay hastalanır ve zarar görürler.

Kabuk renklenmesi bir kalite özelliği olarak uygulamalardan etkilenmiştir. Uygulamalar özellikle dıştan etkili olduğunda, kabuğun ve burada bulunan renk pigmentlerinin etkilenmesi beklenir. Nitekim rengin koyuluğu-açıklığını gösteren L değeri UV-C ışığı uygulamalardan etkilenmiş ve matlaşma şeklinde bir sonuç vermiştir. UV-C ışığı uygulamalarının kabukta benzer olumsuz etkileri daha önce yapılan çalışmalarda da mandarinlerde (D'hallewin ve ark., 1994), portakallarda (D'hallewin ve ark., 1999) ve altıntoplarda (D'hallewin ve ark., 2000) gösterilmiştir. Bu olayda enzimatik ve enzimatik olmayan



oksidatif kararmalar, pigment fraksiyonunda koyu renklere doğru değişimler önemli olabilir. Nitekim UV-C ışığı kabuk sarı renginde benzer şekilde gerilemeye neden olmuştur. CaCl<sub>2</sub> uygulaması da meyve kabuğunda matlaşmayı arttırmıştır (Plazza ve ark., 2002).

Sıcak su uygulaması meyve suyu oranını arttırmıştır. Bu etki özellikle depolamanın ilk dönemi için geçerlidir. Çünkü depolama sonunda etki belirsizleşmiştir. Bu da pektik maddelerin aşırı derecede parçalanması ile uyumludur. Bu gelişme, tüm turuncgil meyvelerinin hasat sonrasındaki değişimin genel karakterine uygundur (Karaçalı, 1977). CaCl<sub>2</sub> uygulamaları da muhtemelen pektik maddelerin stabilitesini arttırarak su çıkışını azaltmış olmalıdır. Çünkü Ca<sup>++</sup> meyve içinde pektik maddelere bağlanarak etkili olur. Ancak uygulanan kalsiyumun doku içine girişi ancak kabuk boyutunda olabilir ve kabukta etkili olabilir. Uygulamaların SÇKM ve TA miktarına etkisi çok yönlü ve karmaşık olabilir. Genelde 'Satsuma' mandarini hasat sonrası dönemde SÇKM miktarını değiştirmez ve TA miktarını biraz geriletir. Bu durum, bu çalışmada da doğrulanmıştır. Ancak uygulamaların SÇKM ve TA miktarına etkisi benzer görülmektedir. Bu da her iki fraksiyonun benzer şekilde davrandığını göstermektedir. D'hallewin ve ark. (1994) 'Avone' mandarininde benzer sonuçlar elde ettiklerini ifade etmişlerdir. TA miktarının hasat sonrası yavaş da olsa kararlı azalışı, genel bir eğilimdir. Bu gelişme yükselen pH değeri ile birlikte desteklenmiştir. C vitamini miktarı 'Satsuma' mandarininde hasattan sonra azalış gösterir. C vitamini kaybında enzimatik olaylar belirleyicidir.

Uygulamalardan 53°C 3 dak sıcak su uygulamasının hastalık kontrolünün iyi olması yanında, UV-C ışığı ve

kalsiyum uygulamaları gibi olumsuzluklar göstermemesi ve birçok kalite parametresini olumlu yönde etkilemesinden dolayı en uygun bulunmuştur.

#### KAYNAKLAR

- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. 45.1.14. AOAC, Arlington, Virginia
- Ben-Yehoshua, S., V. Rodov, J.J. Kim, and S. Carmeli, 1992. Preformed Materials of Citrus Fruits in Relation to the Enhancement of Decay Resistance by Heat and Ultraviolet Treatments. J. of Agric. Food Chem., 40:1217-1221.
- Conway, W.S., C.E. Sams, R.G. McGuire and A. Kelman, 1992. Calcium Treatment of Apples and Potatoes to Reduce Postharvest Decay. Plant Dis. 76:329-334.
- D'hallewin G., G. Arras, T. Castia and A. Piga, 1994. Reducing Decay of 'Avana' Mandarin Fruit by the Use of UV, Heat and Thiabendazole Treatments. Acta Hort. 368:387-394.
- D'hallewin, G., M. Schirra, E. Manueddu, A. Piga and S. Ben-Yehoshua, 1999. Scoparone and Scopoletin Accumulation and Ultraviolet-C Induced Resistance to Postharvest Decay in Oranges as Influenced by Harvest Date. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(6):49-53.
- D'hallewin, G., M. Schirra, M. Pala, and S. Ben-Yehoshua, 2000. Ultraviolet C Irradiation at 0.5kJ m<sup>-2</sup> Reduced Decay Without Causing Damage or Affecting Postharvest Quality of Star Ruby Grapefruit (*C. paradisi* Macf.). J. Agric. Food Chem. 48:4571-4575.
- Ferguson I.B., 1984. Calcium in Plant Senescence and Fruit Ripening. Plant Cell Environ. 7:447-489.
- Kaçar, B., 1994. Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu, A.Ü.Z.F. Yayınları 900, Uygulama Kılavuzu No: 214., Ankara.
- 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 s.
- Karaçalı, İ., 2002. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:  
494, Bornova-İzmir.

- Katoka, I, K.Beppu, A. Sugiyama, and S.Taira, 1996. Enhancement of Coloration of Satohnishiki Sweet Cherry Fruit by Postharvest Irradiation with Ultraviolet Rays. *Environment Control in Biology*, 34:313-319
- Kınay, P., 2001. Mandarinlerde *Penicillium* Çürüklüklerine Karşı Entegre Savaşım Olanakları Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Ens., Bornova, İzmir.
- Klein, J.D., S. Lurie and R. Ben-Arie, 1990. Quality and Cell Wall Components of 'Anna' and 'Granny Smith' Apples Treated with Heat, Calcium and Ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:954-958
- Lu, J.Y., C. Stevens, V.A. Khan and M. Kabwe, 1991. The Effect of Ultraviolet Irradiation on Self Life and Ripening of Peaches and Apples. *J. of Food Quality*, 14, 299-305.
- Lurie, S. and J.D. Klein, 1992. Calcium and Heat Treatments to Improve Storability of 'Anna' Apple. *HortScience* 27:36-39.
- Lurie, S., 1998. Postharvest Heat Treatments. *Postharv. Biol. Technol.* 14:257-269.
- Lurie, S. and J.D. Klein, 2003. Temperature Preconditioning. In *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook Number 66.*
- Marme, D., 1989. The Role of Calcium and Calmodulin in Signal Transduction. In: *Second Messengers in Plant Growth and Development.* W. F. Boss and D. J. Morre (Eds) Alan R. Liss, Inc., New York, pp. 57-81.
- Plaza, P., Y. Usall, R. Torrees, N. Lamarca, A. Asensio and I. Vinas, 2002. Control of Green and Blue Mold by Curing on Oranges During Ambient and Cold Storage. *Postharv. Biol. Technol.* 28:195-198.
- Porat, R., D. Pavocello, J. Peretz, S. Ben-Yehoshua and S. Lurie, 2000. Effects of Various Heat Treatments on the Induction of Cold Tolerance and on Postharvest Qualities of 'Star Ruby' Grapefruit. *Postharv. Biol. Technol.* 18:159-165.
- Schirra, M. and G. D'hallewin, 1997. Storage Performance of Fortune Mandarins Following hot Water Dips. *Postharv. Biol. Technol.* 10:229-238.
- Stevens, C, J.Y. Lu, V.A. Khan, J.Y. Lu, C.L. Wilson, E. Chalutz, and S. Droby, 1991. Ultraviolet Light Induced Resistance of Against Postharvest Diseases in Vegetables and Fruits. In *Biological Control of Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables. Proc. Workshop Shepherdstown, West Winginia, Sept. 12-14, 268-291.*
- Stevens, C., C.L. Wilson, J.Y. Lu, V.A. Khan, E. Chalutz, S. Droby, M.K. Kabwe, O. Adayeye, L.P. Pusey, M.E. Wisniewski, and M. West, 1996. Plant Hormesis Induced by Ultraviolet Light-C for Controlling Postharvest Diseases of Tree Fruits. *Crop Protection.* 15:2, 129-134; 25.
- Wilson, C.L, A. El-Ghaouth, E. Chalutz, S. Droby, C. Stevesen, J.Y. Lu, V. Khan, and J. Arul, 1994. Potential of Induced Resistance to Control Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables. *Plant Dis.* 78, 9:837-844.