

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

## Muhafaza Süresinin ‘Festival’ Çilek Çeşidi Meyvelerinde Fiziksel Özelliklere ve Biyokimyasal Bileşimine Etkisinin Belirlenmesi

Ayşe Tülin ÖZ<sup>1\*</sup>, Ebru KAFKAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>\*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karacaoğlan Kampüsü, 80000 Osmaniye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330, Balcalı/Adana  
\*e-mail: aysetulinoz@osmaniye.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmada, ‘Festival’ çilek çeşidi meyvelerinde 12 gün süreyle polivenilpropilen kutularda +5°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında muhafaza süresince; fiziksel özellikleri ile şeker ve organik asit gibi fitokimyasal değişimler belirlenmiştir. Muhafaza sonunda, çilek meyvelerinin ortalama ağırlık kaybı ve meyve renk [L, a\*, b\*] değerlerinde meydana gelen değişimler sınırlı kalmıştır. Meyve sertliği derim zamanında 2.93 N iken, muhafaza sonunda 1.4 N’a düşmüştür. Derim zamanı kuru madde miktarı %11.2 iken, muhafaza sonunda %9.95’e düşmüştür. Depolama süresinin sonunda, çilek meyve suyunda toplam fenolik madde miktarı 142.55 mg/100 mL ve toplam flavonoid madde miktarı ise 26.16 mg/100 mL olarak saptanmıştır. ‘Festival’ çilek çeşidi antosiyanin madde miktarında muhafaza süresince düşüşler görülmüş ve muhafaza sonunda 163.71 mg/100 mL olarak belirlenmiştir. ‘Festival’ çilek çeşidi meyvelerinin 12 gün süreyle PVPP ambalajlarda kalitesinden çok fazla bir şey kaybetmeden muhafaza edilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Çilek, Toplam antosiyanin madde, Toplam fenolik madde, Toplam flavonoid madde, Depolama

### Determination of The Effects of Storage Time on Physical Parameter and Biochemical Composition of ‘Festival’ Strawberry Cultivar

**Abstract:** In this study strawberry fruit physical quality and phytochemical changes in ‘Festival’ such as, sugar and organic acid content were investigated during 12 days storage period in polivenilpropilen boxes at the +5°C temperature and 85-90% RH. The fruit mass loss and fruit color [L, a\*, b\*] changes were not statistically different at end of storage. While fruit firmness was 2.93 N at the harvest time and then it decreased to 1.4 N at the end of storage. Total soluble solids content was 11.2% after harvest but it decreased gradually to 9.95% at end of storage. The amount of total phenolic content of strawberry juice and the total amount of flavonoids content were 142.55 mg 100 mL<sup>-1</sup> and 26.16 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectively 12<sup>th</sup> the day of the storage. Anthocyanin content of ‘Festival’ strawberry decreased during storage and detected as 163.71 mg 100 mL<sup>-1</sup> at the end of storage. The results of the present study showed that ‘Festival’ strawberry variety can be stored without losses of marketable quality for 12 days.

**Key words:** Strawberry, Total anthocyanin content, Total phenolic content, Total flavonoid content, Storage

### Giriş

Türkiye 372.498 ton çilek üretimi ile dünyada üçüncü ve Avrupa Birliği ülkeleri arasında ilk sırada yer almaktadır (TÜİK 2013). Çilek (*Fragaria x ananassa Duch.*) askorbik asit, ikincil metabolitler, şekerler ve asitler bakımından zengin olduğu gibi gerek tat ve aroma ve gerekse beslenme açısından sahip olduğu düşük kalori ve yüksek lif içeriğinden dolayı insan sağlığı açısından çok önemli bir meyvedir (Rahman ve ark. 2014). Çilek meyvesinde bulunan fenolik ve fitokimyasal maddeler yanında, bileşimindeki mineral maddeler ve hidrojen peroksit, hidroksil radikalleri gibi serbest radikallere karşı yüksek antioksidan aktivitesi ve kanseri önleyici etkisi olan yüksek elajik asit nedeniyle meyvenin tüketimine olan ilgi artarak devam etmektedir (Türemiş ve ark. 2000; Koşar ve ark. 2004; Gaafar ve Saker 2006; Sönmez 2011; Ko

ve ark. 2009; Kadivec ve ark. 2013). Genel olarak üzümü meyveler grubunda incelenen çilek meyveleri hassas dokulu olmaları nedeniyle, meyveleri hızla yumuşamakta, fiziksel yaralanmalara ve bozulmaya duyarlı hale gelmekte ve sonuçta meyvenin raf ömrü kısalmaktadır (Zhu ve Zhou 2007; Rahman ve ark. 2014). Çilek klimakterik olmayan bir meyve olması nedeniyle, meyve rengi ve lezzeti açısından maksimum kaliteye ulaşmak için tam olgunluk döneminde derimi yapılmalıdır (Cordenunsi ve ark. 2003). Bu nedenle çilek meyvelerinin raf ömrünü uzatmak ve meyve besin değerini korumak amacı ile çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Kontrollü atmosferde muhafaza edilen çilek meyvelerinde, yüksek orandaki CO<sub>2</sub> meyve eti sertliğinin korunmasını sağlamış (Smith 1992; Jouki ve Khazaei 2014) yüksek karbondioksit çürümeden kaynaklanan meyve kayıplarını azaltmış ve meyve sertliğini arttırmıştır (Smith 1992). Çilekde modifiye atmosfer paketlenme ile yapılan muhafaza çalışmaları meyvelerin ömrünü uzatarak iyi sonuçlar vermiştir. Ancak meyve rengi olumsuz etkilenmiş ve askorbik asit içeriğindeki azalma gözlenmiştir (Wills ve ark. 2000). Bununla birlikte, yüksek sıcaklıklarda depolanan meyvelerde antosiyanin, fenolik madde ve flavonoid miktarının ve antioksidan aktivitesinin de arttığı belirtilmiştir (Shin ve ark. 2008).

Taze meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için kullanılan yöntemlerin bir çoğu kimyasal ürünlerin kullanımına dayanmaktadır (Vicente ve ark. 2002). Fakat son zamanlarda hasat sonrası teknolojisinde, tamamlayıcıların veya kimyasalların uygulama yerini alabilecek fiziksel yöntemlerin geliştirilmesine olan ilgi artmıştır. Bunun en önemli nedenleri arasında, kimyasalların yanlış kullanımı nedeniyle ortaya çıkan risklerin tüketicileri daha güvenli olan organik ürünlere yönlendirmesi sayılabilir (Vicente ve ark. 2003). Ancak, çilek muhafazasında koruyucu uygulamaların yanı sıra başta çeşit olmak üzere üretim bölgesinin ve depolama ortamının meyvenin kimyasal bileşimine ve kalitesine olan etkisi önemlidir. 'Festival' çilek çeşidi Türkiye'de üretimi bakımından önemli bir ticari potansiyeli bulunan; meyve eti rengi açık kırmızı, meyve dış rengi ise koyu ve parlak kırmızı, tadıyla beğenilen ve fitokimyasal bileşikler bakımından zengin bir çeşittir. Depolama sıcaklığının düşürülmesi, çilekte raf ömrünü uzatmak için etkili bir yöntem olmakla birlikte, düşük sıcaklık bazı duyuşal özelliklerin ve ayrıca besin değerinin azalmasına neden olarak olgunlaşma kalitesini etkilemektedir (Cordenunsi ve ark. 2005). Nihai tüketicilerin kullandığı buzdolabı sıcaklığı olan 5°C sıcaklık ve normal atmosfer koşullarında, marketlerde kullanılan polivenilpropilen (PVPP) ambalajların meyve kalite değişimine etkisini belirlemeye yönelik çok az yayınlanmış bilgi vardır. Bu çalışmada 'Festival' çilek çeşidinde 5°C sıcaklık ve normal atmosferde PVPP kutu içerisinde %85-90 oransal nem ortamında 12 gün süreyle depolanan çileklerin meyve kalitesi, fitokimyasal madde bileşimi, şeker ve organik asit değişimine etkisi belirlenmiştir.

## Materyal ve Metot

'Festival' çilek çeşidi konik meyve şeklinde olup; meyve et rengi açık kırmızı, meyve dış rengi ise koyu ve parlak kırmızıdır. Araştırma, 2014 yılı yetiştiricilik sezonunda Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi'nde plastik alçak tünellerde dikilmiş 'Festival' çilek çeşidi meyveleri ile yürütülmüştür. Mayıs ayında derilen çilek meyveleri ticari olgunluk aşaması olan meyvenin tamamının kırmızı et rengine döndüğü aşamada hasat edilmiştir. Hasat edilen ve fiziksel olarak sağlam olan meyveler 250 g'lık polivenilpropilen (PVPP) kutu içerisinde Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi araştırma laboratuvarında bulunan soğuk hava depolarında muhafazaya alınmıştır. 'Festival' çilek çeşidi meyveleri +5°C sıcaklık, %85-90 oransal nem ve normal atmosfer koşullarında PVPP kutu içerisinde muhafaza edilmiş ve 12 günlük muhafaza süresince 3 günlük aralıklarla; ağırlık kaybı (%), meyve sertliği (N), pH, SÇKM (%), CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> (%) gaz değişimi, çilek meyveleri renk değişimi [L (parlaklık), a\*(-yeşil,+kırmızı), b\*(-sarı,+ mavi)], toplam fenolik madde miktarı (mg/100 mL), toplam flavonoid madde miktarı (mg/100 mL), antosiyanin madde miktarı (mg/100 mL), şeker miktarı (sakkaroz, glikoz, fruktoz, sorbitol) (%), organik asit miktarı (malik asit, sitrik asit) (%) belirlenmiştir.

### *Meyve Kalite Analizleri*

Çilek meyvelerinin meyve sertliği CT3 model tekstür analiz cihazı kullanılarak (CT3 model, Brookfield Engineering Labs. Inc. 11 Commerce Boulevard Middleboro, MA 02346, 1031 USA) ölçülmüştür. Meyveler cihazın metal tabağı (TA-BT-Kit Fixture Base Table.) üzerine konularak meyvenin ekvator bölgesinden bir birine zıt yüzeyden silindirik uç (TA 44 cylinder 4 mm D) yardımı ile ölçümler yapılmış ve sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir.

Depolama öncesi ağırlıkları belirlenen çilek meyve örnekleri, 3 günlük aralıklarla depodan çıkarılarak ağırlıkları tartılmıştır. Ağırlık kaybı miktarı (%) meyvelerin başlangıçta belirlenen ağırlıklarının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

Gaz bileşimi ölçümü: PVPP kutu içerisindeki %O<sub>2</sub> ve %CO<sub>2</sub> gaz kompozisyonu değişimi, checkpoint O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> gaz analiz cihazı (PBI-Dansensor, Ringsted, Denmark) ile ölçülmüştür.

'Festival' çilek meyvelerinin CIE L\* (parlaklık), a\*(-yeşil, +kırmızı), b\*(-sarı,+ mavi) renk değişimi, Minolta renk ölçer (Model CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japonya) cihazı kullanımıyla, meyvelerin ekvator bölgesinden birbirine zıt iki farklı yüzeyden ölçüm yapılması şeklinde tespit edilmiştir. Meyve renk değişimi L\* (parlaklık), a\*(-yeşil, +kırmızı), b\*(-sarı,+ mavi) değerlerinin doğrudan cihazdan okuması ile belirlenmiştir.

SÇKM miktarı (%) dijital refraktometre (Krüss, HR Series, A. Krüss Optronic, Hamburg, Germany) ile ölçülmüş, sonuçlar % cinsinden ifade edilmiştir. Örneklerin pH'ları dijital (CG 710 pH meter) pH metre ile ölçülmüştür.

#### *Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid ve Antosiyanin Madde Miktarı Ölçümleri*

Bu analizler için çilek meyvelerinden elde edilen meyve suyunda spektrofotometre (Shimadzu UV-Vis 1800, Japonya) cihazı kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı, Meda ve ark. (2005)'na göre belirlenmiştir. Analizde Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak örnekler üç tekerrürlü ve her tekerrürde iki paralel olacak şekilde hazırlanarak, spektrofotometre cihazında 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Toplam fenoller gallik asit cinsinden (mg/100 mL) ifade edilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarı spektrofotometrede 415 nm dalga boyunda ölçümler yapılarak belirlenmiştir. Toplam flavonoid madde miktarı, kuersetin eşdeğeri (mg/100 mL) ile ifade edilmiştir (Meda ve ark. 2005). Çilek meyve suyunda bulunan toplam antosiyanin madde miktarı ise Wrolstad (1976)'nın önerdiği yöntemle; 510 nm ve 700 nm'de yapılan spektrofotometrik ölçümlerle belirlenmiştir.

#### *Şeker ve Organik Asit Miktarı Ölçümleri*

'Festival' çilek çeşidinden elde edilen meyve suyu örneklerinde glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı ile sorbitol içeriği HPLC (HP 1100 series) RID (Refractive Index) detektör ve Shim-Pack HRC NH2 (300X7,8mm, 5µ.) kolonu kullanılarak ve % olarak tayin edilmiştir (Miron ve Scahaffer 1991). Organik asit analizleri ise Bozan ve ark., (1997)'na göre HPLC tekniği ile (HP 1100 series) UV detektör ve HPX 87H (300x7,8 mm, 5µm) kolonu kullanılarak ölçülmüştür.

#### *İstatistiksel Analiz*

Deneme 3 tekerrürlü olacak şekilde düzenlenmiş ve her bir tekerrürde her biri 250 g olan PVPP kutular kullanılmıştır. Meyvelerde kimyasal analizler 2 paralelli olacak şekilde yapılmıştır. Verilerin analizinde tek yönlü varyans (ANOVA) analizi ve ortalamaların karşılaştırılmasında da Duncan testi (P<0.05) kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

Çilek meyvesinin sahip olduğu yüzey rengi, meyvenin albenisini önemli miktarda etkilemektedir. 'Festival' çilek çeşidi meyve yüzeyinde yapılan ölçümlerle L, a\* ve b\* meyve renk değerlerinde 12 günlük muhafaza süresince meydana gelen değişimlere ait veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Derimden hemen sonra çilek meyvesinin yüzeyinde yapılan ölçümlerde L renk değeri 42.64 iken, muhafaza sonunda ise 41.51 olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresince L renk değerinde meydana gelen değişimin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Çilek meyvesinin a\* renk değeri derimden hemen sonra 33.18 iken, muhafaza sonunda 31.06 olarak ölçülmüş değişim çok sınırlı olmuştur (Çizelge 1). Derimden hemen sonra 16.84 olan b\* renk değeri, muhafaza sonunda artış göstererek 22.80'e ulaşmıştır. Genel olarak muhafaza süresinin meyve yüzeyi L, a\*ve b\* renk değişimi üzerine olan etkisinin istatistik olarak anlamlı olmadığı ve renk değerlerinin muhafaza sonunda başlangıç değerlerine çok yakın olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Meyvelerde hasat sonrası kalitesini gösteren en önemli kalite kriterlerinden birisi olan meyve sertliği tekstür analiz cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Derimden hemen sonra yapılan ölçümlerde 'Festival' çilek meyvesinin meyve sertliği 2.93 N iken, muhafaza süresince düşüş göstererek muhafaza sonunda 1.40 N'a ulaşmıştır (Çizelge 2). Muhafaza süresinin meyve sertliğine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Hasattan sonra çilek meyvelerinin SÇKM miktarı %11.2 iken, muhafaza süresince azalarak, muhafaza sonunda %9.95'e düşmüştür (Çizelge 2). SÇKM miktarlarında meydana gelen değişime muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çilek meyvesinde SÇKM miktarında meydana gelen azalmanın muhafaza süresince çilek meyvelerinde artan solunum hızından kaynaklandığı söylenebilir. Benzer şekilde Gil ve ark. (1997), Pelayo ve ark. (2003), Cordenunsi ve ark. (2005)'de 5°C'de normal atmosfer koşullarında muhafaza edilen çileklerin SÇKM miktarında %8 ile %16'lık bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Meyvede bulunan nişasta, organik asitler ve hücre duvarı; çözünür şekerlerin oluşması için gerekli karbon kaynaklarıdır. Çilek meyvesinde nişasta yetersiz olduğundan, kaynak olarak daha çok organik asitler ve hücre duvarı kullanılmakta ve bu durumda meyve etinde yumuşamalara sebep olmaktadır (Cordenunsi ve ark. 2005). Çilekte iyi bir aroma oluşması için, SÇKM'nin en az %7 olması gereklidir. 'Festival' çilek meyvelerinin başlangıç pH değeri 4.09 iken, muhafaza sonunda azalarak 3.39 olmuştur. Çilek meyvelerinde muhafaza süresince pH değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Çilek ambalajlamada kullanılan PVPP'nin muhafaza süresince meyve ağırlık kaybına olan etkisi incelendiğinde; muhafazanın ilk 6 günlük döneminde meydana gelen ağırlık kaybı yaklaşık %0.4 iken, 12 günlük muhafaza sonunda %0.53'e ulaşmıştır. Ağırlık kaybı muhafaza süresince istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır (Çizelge 3).

PVPP materyalden yapılmış ambalajlarda bulunan meyvelerin kapakları iyice kapatılarak muhafaza süresince çilek meyvelerinin %CO<sub>2</sub> ve %O<sub>2</sub> miktarı ölçülmüştür (Çizelge 3). PVPP kutu başlangıç %O<sub>2</sub> / %CO<sub>2</sub> miktarı değerleri 20.04 / 0.15 iken, muhafaza süresinde hafif dalgalanma göstermiş ve muhafaza sonunda O<sub>2</sub> %17.3 olarak belirlenmiştir. CO<sub>2</sub> miktarında ise depolama periyodu boyunca dalgalanmalar gösterse de muhafaza sonunda hafif artış göstererek %5.37'e ulaşmıştır ve CO<sub>2</sub> değişimi istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3). Genel olarak 'Festival' çilek meyvesinin solunum hızının yüksek olduğu söylenebilir. Ozkaya ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, çilek meyvesinin yüksek olan metabolik aktivitesi nedeniyle solunum hızının 20 °C'de (50-100 mL.kg/saat) yüksek ve raf ömrünün kısa olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Smith (1992) ve Jouki ve Khazaei (2014)'nin çalışmaları ortamda bulunan yüksek CO<sub>2</sub> düzeyinin meyve sertliğini koruduğunu göstermiştir.

Toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu reaktifi kullanılarak yapılmış ve fenoller gallik asit cinsinden mg/100 mL ile ifade edilmiştir. Muhafaza başlangıcında 90.17 mg/100 mL olan fenolik madde miktarı muhafaza süresince artış göstererek muhafaza sonunda 142.55 mg/100 mL'ye ulaşmıştır (Çizelge 4). Fenolik madde miktarı üzerinde muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En fazla artış muhafazanın 6. gününde meydana gelmiştir. Muhafaza süresi arttıkça meyve fenolik madde değişiminde dalgalanmalar olmakla birlikte genel olarak artış meydana geldiği belirlenmiştir. Ayala-Zavala ve ark. (2004)'nin tarafından yapılmış olan bir çalışmada, 5 ve 10 °C'de muhafaza edilen meyvelerin fenolik madde miktarının 0°C'de saklanan meyvelere ile karşılaştırıldığında artış gösterdiği belirlenmiştir. Nunes ve ark. (2005)'da çileklerde ağırlık kaybındaki artış ile toplam fenolik madde miktarı arasında çok önemli bir bağlantı olduğunu belirtmişlerdir. Su kaybı arttıkça fenolik madde miktarı kayıba artmaktadır. PVPP'nin kutunun su kaybını çok düşük düzeyde tutması nedeniyle, fenolik madde miktarında muhafaza süresince artış meydana gelmiştir.

Toplam flavonoid madde miktarı, kuersetin eşdeğeri (mg/100 mL) ile ifade edilmiştir (Çizelge 4). Hasattan hemen sonra toplam flavonoid miktarı 20.44 mg/100 mL iken, muhafaza sonunda 26.16 mg/100 mL'ye ulaşmıştır. Muhafaza süresinin toplam flavonoid madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Flavonoid madde miktarındaki en fazla artış muhafazanın 9. gününde meydana gelmiştir. Hasattan hemen sonra 226.85 mg/100 mL olan antosiyanin miktarı, muhafaza süresince düşüş göstererek muhafaza sonunda 163.71 mg/100 mL olarak ölçülmüştür (Çizelge 4).

Muhafaza süresinin antosiyanin miktarına olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İşlem görmüş çileklerde muhafaza süresince toplam antosiyanin miktarında çok önemli düşüşler meydana geldiği ve bu

değişimin antosiyaninin yapısının çok değişken olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Kadivec ve ark. 2013). Antosiyaninler kararsız bileşikler olarak bilinmekte ve işleme ve depolama sırasında maruz kaldıkları çok sayıda kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar, antosiyanin kaybına veya kimyasal yapılarının değişmesine yol açabilmektedir (Kadivec ve ark. 2013). Çilek meyvesinde bulunan fenolik bileşikler ve flavonoidler antioksidan özellik gösteren bileşiklerdir. Fenol bileşikler, bütün bitki metabolizmalarında bulunan ve bitkilerin kendilerini bazı zararlılara karşı korumasında rolleri olan ikincil metabolitlerdir. Meyvelerde muhafaza sonunda fenolik maddeler ve flavonoidler artarak meyveyi mikrobiyal bozulmalara karşı korumaktadırlar.

Çilek meyvesinin yapısında bulunan çözünür ana şekerler glikoz, fruktoz ve sakkarozdur ve toplam şeker içeriğinde glikoz ve fruktozun sakaroz üzerinde baskın olduğu bilinmektedir (Cordenunsi ve ark. 2003). Festival çilek çeşidinin toplam şeker miktarının yüksek (%4.94) olduğu bildirilmiştir (Rahman ve ark. 2014). Kafkas ve ark. (2007)'de muhafaza süresince tüm şekerlerin artış gösterdiğini bildirmiştir. Çilek meyvesinde bulunan fruktoz, glikoz ve sakkaroz, meyvenin toplam çözünür şeker içeriğinin % 65'inden fazlasını oluşturan üç büyük şekerdir (Wang ve Millner 2009). Genel olarak, çileklerde fruktoz ve glikoz ile karşılaştırıldığında, sakkaroz miktarı daha düşük miktardadır. Muhtemelen meyve yapraklarından ayrıldıktan sonra, sakkaroz enzimatik olarak parçalandığı için miktarı da azalmaktadır (Wang ve Millner 2009). 'Festival' çilek meyvesinin şeker değişimi incelendiğinde, muhafaza süresince sakkaroz ve glikoz değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, sorbitol ve fruktoz değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Derimden hemen sonra glikoz, fruktoz, sakkaroz ve sorbitol değişimi sırası ile %3.89, %1.76, %0.43 ve % 0.32 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Fruktoz, glikoz ve sakkaroz oranları meyve kalitesinin algılanmasında önemlidirler. Bunun en büyük nedeni fruktozun sakarozdan 1.8 kat daha tatlı iken, glikozun sakkarozdan sadece % 60 kadar tatlı olmasıdır (Wang ve Millner 2009). Muhafaza süresi arttıkça, Fruktoz (%1.80), glikoz (%4.10), sakkaroz (%0.47) ve sorbitol (%0.36) miktarları da artmıştır (Çizelge 5). Çilek meyvesinde organik asitlerden sitrik asit ve askorbik asit baskın iken; şekerlerden ise fruktoz ve glikoz baskındır. Özellikle organik asit ve şeker oranı lezzet ile ilgili olup, çilek meyvesinin lezzet ve kalitesini etkilemektedir. Festival çeşidinde derimden hemen sonra %0.044 olan malik asit muhafaza süresince düşüş göstererek %0.025 ulaşmış, sitrik asit muhafazadan hemen sonra %0.018 olarak ölçülmüş ve muhafaza süresince dalgalanmalar gösterse de muhafaza sonunda %0.013'e düşmüştür (Çizelge 6). Benzer şekilde Koyuncu ve ark. 2010'da 'Dorit' ve 'Selva' çilek çeşitlerinde yaptıkları çalışmada soğuk muhafaza sonunda malik ve sitrik asit miktarında düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Mahmood ve ark. (2012), çilek meyvesinde organik asitlerden tartarik asit ve sitrik asit miktarının daha fazla olduğunu ve bunların meyvelerde sırası ile 16-55 ve 70-1934 g/100 g FW olarak ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca çeşitler arasında ve farklı meyve gelişimi aşamalarında sitrik ve malik asit miktarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Kim ve ark. 2013).

Çizelge 1. Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidinin meyvelerinin L, a\* b\* renk değişimine etkisi

	0. GÜN	3. GÜN	6. GÜN	9. GÜN	12.GÜN
<b>L</b>	42.64±3.59 <sup>A</sup>	39.84±2.52 <sup>A</sup>	39.30±0.62 <sup>A</sup>	38.29±0.88 <sup>A</sup>	41.51±0.97 <sup>A</sup>
<b>a</b>	33.18±0.04 <sup>A</sup>	30.43±0.87 <sup>A</sup>	31.64±4.59 <sup>A</sup>	31.62±0.99 <sup>A</sup>	31.06±1.12 <sup>A</sup>
<b>b</b>	16.84±2.65 <sup>A</sup>	19.65±2.07 <sup>A</sup>	19.13±3.04 <sup>A</sup>	18.65±4.99 <sup>A</sup>	22.80±2.33 <sup>A</sup>

Not: Her bir kalite parametresinde soldan sağa farklı harflerle (büyük) gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan farklıdır (p<0.05). (Ort±Std hata).

Çizelge 2. Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidinin meyvelerinin meyve sertliği (N), SÇKM (%) ve pH değişimine etkisi

	0. GÜN	3. GÜN	6. GÜN	9. GÜN	12.GÜN
<b>Meyve sertliği (N)</b>	2.93±0.25 <sup>A</sup>	2.21±0.05 <sup>AB</sup>	1.41±0.08 <sup>B</sup>	1.65±0.61 <sup>B</sup>	1.40±0.47 <sup>B</sup>
<b>SÇKM (%)</b>	11.20±0.14 <sup>A</sup>	11.30±0.0 <sup>A</sup>	10.05±0.0 <sup>B</sup>	9.85±0.07 <sup>B</sup>	9.95±0.21 <sup>B</sup>
<b>pH</b>	4.09±0.07 <sup>A</sup>	3.44±0.0 <sup>B</sup>	3.37±0.0 <sup>C</sup>	3.33±0.03 <sup>D</sup>	3.39±0.01 <sup>C</sup>

Not: Her bir kalite parametresinde soldan sağa farklı harflerle (büyük) gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan farklıdır (p<0.05). (Ort±Std hata).

Çizelge 3. Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidinin meyvelerinin O<sub>2</sub> (%),CO<sub>2</sub> (%) ve ağırlık kaybı (%) değişimine etkisi

	0. GÜN	3. GÜN	6. GÜN	9. GÜN	12.GÜN
O <sub>2</sub> (%)	20.04±0.04 <sup>A</sup>	18.75±0.35 <sup>A</sup>	16.55±4.31 <sup>A</sup>	19.0±2.12 <sup>A</sup>	17.27±4.25 <sup>A</sup>
CO <sub>2</sub> (%)	0.15±0.07 <sup>C</sup>	2.45B±1.06	6.05±2.2 <sup>A</sup>	2.5±0.70 <sup>B</sup>	5.37±5.26 <sup>A</sup>
Ağırlık kaybı (%)	0.0±0.0 <sup>A</sup>	0.0±0.0 <sup>A</sup>	0.39±0.0 <sup>A</sup>	0.40±0.0 <sup>A</sup>	0.53±0.0 <sup>A</sup>

Not: Her bir kalite parametresinde soldan sağa farklı harflerle (büyük) gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan farklıdır (p<0.05) (Ort±Std hata).

Çizelge 4. Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidinin meyvelerinin fenolik (mg/100mL), flavonoid (mg/100mL) ve antosiyanin madde miktarı (mg/100 mL) değişimine etkisi

	0. GÜN	3. GÜN	6. GÜN	9. GÜN	12.GÜN
Fenolik (mg/100 mL)	90.17±12 <sup>B</sup>	92.95±20.65 <sup>B</sup>	153.03±1.01 <sup>A</sup>	114.30±0.3 <sup>B</sup>	142.55±5.27 <sup>A</sup>
Flavonoid (mg/100 mL)	20.44±0.62 <sup>C</sup>	27.31±1.47 <sup>B</sup>	15.25±32.03 <sup>D</sup>	32.03±0.60 <sup>A</sup>	26.16±0.1 <sup>B</sup>
Antosiyanin (mg/100 mL)	226.85±27 <sup>A</sup>	133.80±2.12 <sup>C</sup>	136.35±9.99 <sup>C</sup>	203.10±26 <sup>AB</sup>	163.71±9.56 <sup>BC</sup>

Not: Her bir kalite parametresinde soldan sağa farklı harflerle (büyük) gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan farklıdır (p<0.05) (Ort±Std hata).

Çizelge 5. Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidinin meyvelerinin şeker (sakkaroz, glikoz, fruktoz ve sorbitol) (%) miktarı değişimine etkisi

	0. GÜN	3. GÜN	6. GÜN	9. GÜN	12.GÜN
Sakkaroz	0.43±0.0 <sup>A</sup>	0.45±0.01 <sup>A</sup>	0.45±0.03 <sup>A</sup>	0.42±0.03 <sup>A</sup>	0.47±0.02 <sup>A</sup>
Glikoz	3.89±0.0 <sup>A</sup>	3.60±0.14 <sup>A</sup>	4.15±0.21 <sup>A</sup>	3.80±0.14 <sup>A</sup>	4.10±0.14 <sup>A</sup>
Fruktoz	1.76±0.0 <sup>AB</sup>	2.17±0.24 <sup>A</sup>	1.93±0.0 <sup>A</sup>	1.42±0.0 <sup>B</sup>	1.80±0.28 <sup>AB</sup>
Sorbitol	0.32±0.0 <sup>B</sup>	0.39±0.01 <sup>A</sup>	0.36±0.03 <sup>A</sup>	0.28±0.0 <sup>C</sup>	0.36±0.01 <sup>A</sup>

Not: Her bir kalite parametresinde soldan sağa farklı harflerle (büyük) gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan farklıdır (p<0.05) (Ort±Std hata).

Çizelge 6. Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidinin meyvelerinin malik asit ve sitrik asit (%) miktarı değişimine etkisi

	0. GÜN	3. GÜN	6. GÜN	9. GÜN	12.GÜN
Malik asit (%)	0.044±0.0 <sup>A</sup>	0.046±0.02 <sup>A</sup>	0.039±0.01 <sup>AB</sup>	0.033±0.01 <sup>B</sup>	0.025±0.02 <sup>C</sup>
Sitrik asit (%)	0.018±0.03 <sup>B</sup>	0.024±0.02 <sup>A</sup>	0.021±0.01 <sup>AB</sup>	0.019±0.02 <sup>B</sup>	0.013±0.01 <sup>C</sup>

Not: Her bir kalite parametresinde soldan sağa farklı harflerle (büyük) gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan farklıdır (p<0.05) (Ort±Std hata).

## Sonuç

Çalışma sonuçları 'Festival' çilek çeşidi meyvelerinde derimden sonra nihai tüketicilerin kullandığı buzdolabı sıcaklığı olan +5°C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 12 gün süreyle normal atmosfer koşullarında, PVPP ambalajlar içerisinde başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceği sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışmada, kullanılan çilek meyvelerinin teminindeki yardımlarından dolayı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Öğr. Gör. Gökhan Baktemur'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Ayala-Zavala JF, Wang SY, Wang CY, Gonzalez-Aguilar GA (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT- Food Sci. Technol. 37: 687–695.
- Bozan B, Tunalier Z, Koşar M, Altıntaş A, Başer KHC (1997). Comparison of ascorbic and citric acid contents in 'Emphasis Type'. Proc. 11. Symp. Plant Origin. Crude Drugs. Ankara, 258 s.
- Cordenunsi BR, Genovese MI, Nascimento JRO, Hassimotto NMA, Santos RJ, Lajolo FM (2005). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. Food Chem. 91: 113–121.

- Cordenunsi BR, Nascimento JRO, Lajolo FM (2003). Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chem.* 83 (2): 167–173.
- Gaafar RM, Saker MM (2006). Monitoring of cultivars identity and genetic stability in strawberry varieties grown in Egypt. *World J. Agric. Sci.* 2 (1): 29–36.
- Gil MI, Holcroft DM., Kader AA (1997). Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. *J. Agric. Food Chem.* 45: 1662–1667.
- Jouki M, Khazaei N (2014). Effect of low-dose gamma radiation and active equilibrium modified atmosphere packaging on shelf life extension of fresh strawberry fruits. *Food pack. shelf life.* 1: 49 – 55.
- Kadivec M, Bornsek SM, Polak T, Demsar L, Hribar J, Pozrl T (2013). Phenolic content of strawberry spreads during processing and storage. *J. Agric. Food Chem.* 61: 9220–9229.
- Kafkas E, Kosar M, Paydas S, Kafkas S, Baser, KHC (2007). Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chem.* 100: 1229–1236.
- Kim SK, Bae RN, Na H, Ko, KD, Chun C (2013). Changes in Physicochemical Characteristics during fruit development in June-bearing strawberry cultivars. *Hort. Environ. Biotechnol.* 54(1):44-51.
- Ko CY, Al-Abdulkarim AM, Al-Jowid SM, Al-Baiz A (2009). An effective disinfection protocol for plant regeneration from shoot tip cultures of strawberry. *African J. Biotech.* 8: 2611-2615.
- Koşar M, Kafkas E, Paydaş S, Başer KHC (2004). Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages. *J. Agric. Food Chem.* 52: 1586-1589.
- Koyuncu MA, Dilmacunal T (2010). Determination of Vitamin C and organic acid changes in strawberry by HPLC during cold storage. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 38 (3): 95-98.
- Mahmood T, Anwar F, Abbas M, Boyce MC, Saarı N (2012). Compositional variation in sugars and organic acids at different maturity stages in selected small fruits from Pakistan. *Int. J. Mol. Sci.* 13: 1380 – 1392.
- Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J, Nacoulma OG (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem.* 91: 571-577.
- Miron D, Schaffer AA (1991). Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase, and invertase activities in developing fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the sucrose accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. and Bonpl. *Plant Physiol.* 95: 623-627.
- Nunes MCN, Brecht JK, Morais A, Sargent SA (2005). Possible influences of water loss and polyphenol oxidase activity on anthocyanin content and discoloration in fresh ripe strawberry (cv. Oso Grande) during storage at 1 °C. *J. Food Sci.* 70: 79–84.
- Ozkaya O, Dündar O, Scovazzo GC, Volpe G (2009). Evaluation of quality parameters of strawberry fruits in modified atmosphere packaging during storage. *African Journal of Biotechnology.* 8 (5): 789-793.
- Rahman MM, Moniruzzaman M, Ahmad MR, Sarker BC, Alam MK (2014). Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions. *J. The Saudi Society of Agric. Sci.* doi:10.1016/j.jssas.2014.05.002.
- Shin Y, Ryuc JA, Liua RH, Nockc JF, Watkins CB (2008). Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 49: 201–209.
- Smith RB (1992). Controlled Atmosphere Storage of ‘Redcoat’ Strawberry Fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(2): 260-264.
- Sönmez DA (2011). ‘Rubygem’ ve ‘Festival’ çilek çeşitlerinde rejenerasyonun optimizasyonu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyoteknoloji Anabilim Dalı Basılmamış Yüksek Lisans Tezi Adana.
- TÜİK (2013). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi 2015 Ocak.
- Türemiş N, Özgüven AI, Paydaş S (2000). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde çilek yetiştiriciliği. Tübitak Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları. 36 sayfa.
- Vicente AR, Martínez GA, Chaves AR, Civello PM (2003). Influence of self-produced CO<sub>2</sub> on postharvest life of heat-treated strawberries. *Postharvest Biol. Technol.* 27(3): 265–275.
- Vicente AR, Martínez GA, Civello PM, Chaves AR (2002). Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biol. Technol.* 25(1): 59–71.
- Wang SY, Millner P (2009). Effect of different cultural systems on antioxidant capacity, phenolic content and fruit quality of strawberries (*Fragaria aranassa* Duch.). *J. Agric Food Chem.* 57: 9651–9657.

A.T. ÖZ, E. KAFKAS

- Wills RBH, Ku VVV, Leshem YY (2000). Fumigation with nitric oxide to extend the postharvest life of strawberries. *Postharvest Biol. Technol.* 18: 75–79.
- Wrolstad RE (1976). Color and pigment analyses in fruit products. Station Bulletin 624. Agricultural Experimental Station Oregon State University, Corvallis, p 16.
- Zhu S, Zhou J (2007). Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. *Food Chem.* 100: 4: 1517–1522.