

## Granny Smith Elma Çeşidinin Dinamik Kontrollü Atmosferde (DKA) Depolanması

Özgür Çalhan<sup>a</sup>, İsa Eren<sup>a</sup>, Cemile Ebru Onursal<sup>a</sup>, Atakan Güneylı<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 32500 Eğirdir/ İSPARTA

e-mail: ozgur\_calhan@hotmail.com

### Özet

Granny Smith elma çeşidinin Dinamik Kontrollü Atmosfer (DKA) depolanmasında klorofil flüoresans ölçümüne bağlı olarak kritik oksijen seviyesinin belirlenmesi ve diğer depolama yöntemleri (normal atmosfer (NA) ve kontrollü atmosfer (KA) depolama) ile meyve kalitesi üzerine etkileri karşılaştırılması amaçlanmıştır. Meyveler optimum zamanda hasat edilerek DKA ve KA de 10 ay, NA koşullarında ise 8 ay süreyle 0°C’de muhafazaya alınmışlardır. DKA depolamada oksijen seviyesi önce hızlı bir şekilde %3-4’e daha sonrada yavaş yavaş kritik seviyeye ulaşınca kadar aşağıya indirilmiştir. Granny Smith elma çeşidinde kritik oksijen seviyesinin %0.5 olduğu bulunmuştur. Daha sonra bu seviyenin üzerine %0.2-0.3 güvenlik payı eklenerek elmalar %0.7-0.8 O<sub>2</sub> ve %1 CO<sub>2</sub> seviyelerinde depolanmıştır. KA depolamada ise %1.5 CO<sub>2</sub> ve %1 O<sub>2</sub> seviyeleri kullanılmıştır. Ayrıca depolama sonrası raf ömrü çalışmaları yapılmış, meyveler depodan çıktıktan sonra 10 gün 20°C’de bekletilmiştir. Depolama süresi boyunca hem DKA hem de KA depolamada etilen üretimi ve solunum baskılanmış, meyve eti sertliği kaybı azalmış, titre edilebilir asitlik miktarı korunmuştur. Soğuk depolama süresince DKA ve KA depolanan meyvelerde kabuk yanıklığı görülmemiştir. Sadece KA depolamanın 5. dönem raf ömrü çalışmalarında az miktarda görülmüştür. NA depolamada ise 2. dönemin raf ömründen ve soğuk depolamanın 3. dönemden itibaren kabuk yanıklığı tespit edilmiştir. Raf ömrü çalışmalarında meyvelerde etilen üretimleri belirgin şekilde artmış, solunum hızları yükselmiştir. Ağırlık kayıpları, KA ve DKA depolamada 10 aylık soğuk depolama periyodu sonunda %2-2.5 civarında gerçekleşmiş, NA depolamada (%6) ve raf ömrü çalışmalarında ise oldukça artmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Dinamik kontrollü atmosfer depolama, Granny Smith, kabuk yanıklığı, depolama

### The effects of DCA storage on “Granny Smith” apple fruit

#### Abstract

Granny Smith apple varieties Dynamic Controlled Atmosphere (DCA) during storage, depending on the measurement of chlorophyll fluorescence to determine the critical oxygen level and other storage methods (regular atmosphere (RA) and controlled atmosphere (CA) storage) compared the effect on the quality of the fruit. Fruits were harvested at optimum time and the DCA and CA for 10 months, RA conditions for 8 months stored at 0°C. DCA storage, the oxygen level quickly 3-4%, more then gradually reduced down until it reaches a critical level. Granny Smith apple variety was found to be 0.5% of the critical oxygen level. Then, the safety margin is above this level by adding 0.2-0.3%, apples are stored 0.7-0.8% O<sub>2</sub> and 1% CO<sub>2</sub> levels. CA storage is used 1.5% CO<sub>2</sub> and 1% O<sub>2</sub> levels. In addition, shelf-life studies were performed after storage, fruits were stored at 20°C. 10 days after storage. During the period of cold storage, ethylene production and respiration was suppressed, loss of fruit firmness was decreased, titratable acidity was maintained. Fruits in stored DCA and CA during cold storage superficial scald were not observed. Only CA storage 5 term shelf life studies observed small amounts. Since RA storage in the 2nd shelf-life period and 3rd term cold storage superficial scald were identified. Shelf-life studies of fruits increased ethylene production significantly, had higher respiratory rate than cold storage. Fruits weight loss significantly increased during RA storage (6%) and shelf life, but CA and DCA storage was around 2-2.5% weight loss at the end of the cold storage.

**Keywords:** Dynamic Controlled Atmosphere storage, Granny Smith, superficial scald, storage

#### Giriş

Dinamik kontrollü atmosfer (DKA) depolama, meyvelere zarar vermeden klorofil flüoresans tekniği kullanılarak meyvelerin dayanabildikleri minimum O<sub>2</sub> seviyesinin hafif üzerinde dinamik olarak ayarlanmasını sağlayan yeni geliştirilmiş bir depolama tekniğidir (Vanoli vd., 2010). Klorofil flüoresans

terminolojisi ilk defa van Kooten and Snel (1990) tarafından kullanılmış ve klorofil flüoresansı  $F_v/F_m$  veya  $((F_p - F_t) / (F_p) \times 100)$  olarak tanımlamıştır.

$F_m$ : Maksimum flüoresans durumu

$F_o$ : Işık yokluğunda minimum flüoresans

$F_v$ :  $F_m - F_o$

$F_s$  veya  $F_t$ : Sabit haldeki (ışıkta) flüoresans

Bitki dokularında stresten veya yaralanmadan dolayı fotosentezde bozulmalar meydana gelmekte ve bu durum dokunun kendine özgü flüoresans desenin değişmesine neden olmaktadır. Bitkilerde çevresel, kimyasal ve biyolojik streslerin belirlenmesinde klorofil flüoresans tekniğinin kullanıldığı birçok çalışma bulunmaktadır (DeEll et al., 1995). Hasat sonrası çalışmalarında da klorofil içeren meyve ve sebzelerin KA depolama sırasında düşük O<sub>2</sub> veya yüksek CO<sub>2</sub> seviyelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (DeEll et al., 1995; Prange ve ark., 1997). Bu teknoloji 2002 yılında Prange ve ark. tarafından HarvestWatch™ (Satlantic inc., Halifax, NS, Kanada) ismiyle patenti alınarak kullanıma sunulmuştur. Meyvelerin ortamdaki O<sub>2</sub> konsantrasyonunun azalmasıyla  $F_v/F_m$  değerleri azaldığını,  $F_o$  ( $F_a$ ) değerlerinin de arttığını elma, armut, kivi, avokado gibi meyvelerde test edilmiştir (Prange ve ark., 2002).

Prange ve ark. (2002), O<sub>2</sub> konsantrasyonunun azalmasıyla meyvelerde  $F_o$  ( $F_a$ ) değerinin artmasının ışığı toplayan yapı (LHC) ile tilkoid membrandaki Fotosistem II (PSII)'nin reaksiyon merkezi arasındaki mesafenin artmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Mesafenin artmasıyla enerjinin taşınması olasılığının azaldığı ve LHC tarafından absorplanan enerjinin flüoresans olma ihtimali artmaktadır. İkinci önerileri ise birincil Quinone (QA)'da azalma olması, bundan dolayı da PSII'den elektron akışı engellenmesidir. Böylece  $F_o$  ( $F_a$ ) artmakta ve  $F_v/F_m$  azalmaktadır.

DKA depolama ile meyvelerin kalite özellikleri daha uzun korunabilmesini sağlamaktadır. Bu olumlu özelliklerinin bazıları şunlardır;

- Ürünlerin sertliğinin daha uzun süre korunmasını sağlar (Zanella ve ark., 2005; Watkins, 2008).
- Ürünlerin etilen üretimlerini baskılar.
- Ürünlerin depolama sırasındaki fizyolojik bozuklukların gelişimini azaltır (kabuk yanıklığı gibi) (DeLong ve ark., 2007; Watkins, 2008).
- Ürünlerin yaşlanmaya bağlı olumsuz özelliklerin gelişimini yavaşlatır (Wright ve ark., 2012; Zanella ve ark., 2008).
- Fermantasyon ürünlerinin oluşumunu azaltır (Prange ve ark., 2003).

Bu araştırma ile yeni geliştirilen DKA depolama ile Granny Smith çeşidinin düşük oksijen seviyesini belirlenmek ve diğer

depolama (NA ve KA) yöntemleriyle meyveler üzerine etkilerini karşılaştırması amaçlanmıştır.

### Materyal ve Metot

Deneme Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak MM106 anacı üzerine aşılı Granny Smith elma çeşidi kullanılmıştır. Hasat zamanı gelişme süresi, nişasta skalası kriterleri kullanılarak belirlenmiştir. Tam çiçeklenme tarihi 02.05.2011 olarak tespit edilmiş ve meyveler nişasta skalasında 7 numara optimum hasat (Eren, 2003) olarak belirlenen dönemde (28.10.2011) hasat edilmiştir (Gelişme süresi 180 gün). Hasattan sonra meyveler hemen depoya getirilmiş homojen büyüklükte ve yara, beresi bulunmayan meyveler seçilmiştir. Her uygulamadan 3 tekerrür olacak şekilde kasalara ayrılmıştır (Çizelge 1).

Depoya getirilen örneklerden hemen başlangıç analizleri yapılmıştır. Diğer analizler ise 2 ay arayla depodan çıkartılan meyve örneklerinde yapılmıştır. Her dönem depodan çıkartılan meyvelerin bir kısmında raf ömrü çalışması için ayrılmıştır.

Meyve eti sertliği (N): Meyve eti sertliği (MES) meyvenin her iki yanağının orta yerinden kabuk soyularak, 11.1 mm çapında uç kullanılarak, 10 mm derinliğe kadar ucun 10 cm/dk hızla batırılmasıyla ölçülmüştür. Ölçümde tekstür analiz cihazı (Güss FTA Type GS14 Fruit-Texture Analyser Model, Strand, Güney Afrika) kullanılmıştır.

Etilen üretimi ( $\mu\text{LC}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ ) ve solunum hızı ( $\text{mLCO}_2/\text{kg.h}$ ): Başlangıçta ve her dönem depolamadan çıkartılan meyvelerden her uygulamadan 3 tekerrürlü, yaklaşık 1 kg alınarak 5 L'lik kavanozlara konularak gaz kaçırmayacak şekilde kapatılmıştır. 24 saat 20°C'de bekletildikten sonra kapakta bulunan delikten örnek gaz alınarak gaz kromatografisinde okuma yapılmıştır. Solunum hızı ve etilen üretim miktarı ölçümü her bir kavanozdan alınan tek bir gaz örneğinde aynı anda yapılmıştır. Fırın, TCD ve FID detektörlerinin sıcaklıkları sırasıyla 40 (izotermal), 250 ve 250°C'dir. Etilen üretimi ppm olarak alınmış ve formülize edilerek  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ 'e çevrilmiştir. Solunum hızı % olarak alınmış ve Saltveit (2008)'e göre formülize edilerek  $\text{mLCO}_2/\text{kg.h}$ 'e çevrilmiştir.

Meyve ağırlık kaybı (%): Meyvelerin ağırlık ölçümleri 0.01 g hassasiyetli dijital

tartı cihazı (SBA 51 Scaltec Ins., Almanya) kullanılmıştır.

Meyve kabuk rengi ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ): Meyvelerde renk ölçümleri için Minolta CR-400 (Konika Minolta Inc., Japonya) kromometre cihazı kullanılmıştır. Ölçümler, meyvenin bir yönüne yapıştırılan etiket yardımıyla sürekli olarak bu etiketin hemen altından ölçüm değerleri alınarak yapılmıştır. Rengin değerlendirilmesinde parlaklık ( $L^*$ ), kırmızı– yeşil ( $a^*$ ) ve sarı–mavi ( $b^*$ ), hue açısı ( $h^\circ$ ) ve kroma ( $C^*$ ) değerleri kullanılmıştır.

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) (%) ve titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı (g/100 mL): Her tekerrürden 8'er adet meyvenin suyu çıkartıldıktan sonra SÇKM dijital refraktometre, TEA ise dijital büret ve dijital pH metre (Hanna pH 330 model, WTW, Almanya) ile ölçülmüştür (Karaçalı, 2009).

Kabuk yanıklığı şiddeti: Her dönem depodan çıkartılan meyvelerdeki kabuk yanıklığı Jung ve Watkins (2008)'e göre yapılmıştır. Kabuk yanıklığı skalası;

% 0	0 (kabuk yanıklığı yok)
% 1-10	1
% 11-24	2
% 25-74	3
% 75-100	4 olarak değerlendirilmiştir.

Denemeden elde edilen veriler JMP 7 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, her depolama dönemi depolama koşulları ortalamaları arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine ( $P<0.05$ ) göre gruplandırılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

DKA depolamada Granny Smith elma çeşidinde %1  $CO_2$  seviyesinde düşük oksijen seviyesinin %0.5 olduğu bulunmuştur. Depolama sırasında  $O_2$  seviyesinin %0.5 seviyelerine indirildiğinde  $F_a$  değerinin artmaya başladığı ve  $O_2$  seviyesinin tekrar arttırılmasıyla  $F_a$  değerinin düştüğü görülmüştür. Düşük  $O_2$  seviyesinin belirlenmesinden sonra %0.2-0.3 güvenlik payı eklenerek depolama %0.7-0.8 seviyelerinde tutularak devam edilmiştir. Delong ve ark. (2004) farklı elma çeşitlerinde düşük  $O_2$  seviyelerini belirlemek için yaptıkları çalışmada %1.5  $CO_2$  seviyesinde Cortland %0.5, Delicious %0.4, Golden delicious %0.5, Honeycrisp %0.4, Jonagold %0.5 ve McIntosh %0.8 olduğunu bulmuşlar ve %0.1-0.2  $O_2$  üzerindeki seviyelerde 9 ay depolamışlardır.

### Meyve eti sertliği (MES)(N)

NA depolamada muhafaza süresi boyunca meyve eti sertliklerinde düşüşler görülürken, KA ve DKA depolamada soğuk depolama boyunca hasattaki sertlik değerleri korunmuş sadece son 2 dönemin raf ömründe bekletilen meyvelerin sertlik değerlerinde kısmen azalmalar görülmüştür (Şekil 1). MES değerleri NA depolamada KA ve DKA depolamaya göre oldukça düşmüştür. DKA ve KA depolamada ise depolamanın ilk dönemlerinde yakın değerler alınırken son dönemlerde DKA MES değerlerinin korunmasında daha etkili olmuştur. Zanella ve ark., (2008) yaptıkları çalışmada Golden delicious çeşidinin DKA depolamada düşük  $O_2$  depolamaya göre MES değerlerini koruduğunu belirlemişlerdir. Delong ve ark., (2007) Cortland ve Delicious çeşitlerinde DKA depolama ile MES değerlerinin KA depolamaya göre daha yüksek sürdürdüğünü bulmuşlardır.

### Meyvelerde etilen üretimi ( $\mu L/kg.h$ )

Muhafaza süresi uzadıkça meyvelerdeki etilen üretimleri artmıştır (Çizelge 2). Hasatta etilen üretimleri 0.14  $\mu L/kg.h$  iken 8 aylık soğuk depolama sonunda DKA 1.72, KA 3.66 ve NA 20.91  $\mu L/kg.h$  olmuştur. Depolama sistemleri içinde etilen üretimi en fazla baskılayan DKA depolama sistemi olmuştur. KA depolamada DKA depolaya yakın değerler elde edilmiştir. Depolama atmosferinde  $O_2$  seviyesinin azaltılması ve/veya  $CO_2$  seviyesinin arttırılması meyvelerin etilen üretimlerini azaltmaktadır (Gorny ve Kader, 1996). Raf ömrü çalışmalarında ise etilen üretimleri oldukça hızlanmıştır. Burada sıcaklığın artması etilen üretimini hızlandırmıştır.

### Meyvelerde solunum hızı ( $mL/kg.h$ )

Genellikle solunum hızı muhafaza süresince boyunca kısmen artmıştır (Şekil 2). Bu artış raf ömrü çalışması sırasında daha da belirgin hale gelmiştir. KA ve DKA depolama koşulları birbirine yakın değerler almış olup NA depolamaya göre solunum hızlarını baskılamışlardır.

### Meyvelerde ağırlık kaybı(%)

Bütün depolama koşullarında muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kaybı artmıştır (Şekil 3). Meyvelerin soğuk depolama koşullarında 8 ay sonunda DKA %1.57, KA %1.27 ve NA ise %5.91 ağırlık kaybı görülmüştür. DKA (%4.01)

ve KA (%3.61) depolamada 10 ay + 10 raf ömrü sonunda bile depolamada kabul edilebilir ağırlık kaybı seviyesini (%5) geçmemiştir. Denemede DKA depolama kısmen KA depolamaya göre daha yüksek bir ağırlık kaybı görülmüştür. Bu yüksekliğin sebebinin de DKA depolamada O<sub>2</sub> seviyesinin %1'in altında tutmak için kabin içerisine daha fazla N<sub>2</sub> basılması gerekmiştir. Bunun sonucunda kabin içerisinin nemi azaltmakta dolayısıyla meyvenin ağırlık kaybında artışa sebep olabilmektedir.

### Meyvelerde TEA (g/100mL) ve SÇKM

Meyvelerin hasadında TEA değeri 0.77 g/100mL olarak ölçülmüş depolama sonuna doğru tüm depolama koşullarında TEA miktarlarında azalma meydana gelerek, DKA 0.39, KA 0.36 ve NA'de ise 0.34 g/100mL ile sonuçlanmıştır. TEA korunmasında DKA ve KA depolama daha etkiliyken, NA depolamada en fazla kayıp görülmüştür (Zanella, 2003). DKA depolamada, muhafaza süresi sonuna doğru TEA korunmasında daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Raf ömrü çalışmalarında da TEA değerlerinde düşüşler hızlanarak burada da en fazla NA depolamadan çıkartılan meyvelerde kayıp görülmüştür.

Hasattan sonra biraz artan SÇKM, depolama sonuna kadar çok fazla bir değişim görülmemiştir (veriler verilmemiştir). Depolar arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır.

**Meyve kabuk rengi L\* değeri** depolama süresince L\* değerinde artışlar görülmüştür (veriler verilmemiştir). Bu artışlar raf ömrü sırasında daha yükselmiştir. Meyvelerde meydana gelen bu parlaklık artışı tüm depolama koşullarında görülerek depolar arasında istatistiki olarak bir farklılık görülmemiştir.

**a\* değeri** hasatta yaklaşık -22.16 civarında iken depolama süresince meyvede yeşil rengi oluşturan klorofil parçalanarak rengin açılmasıyla a\* değerinde artışlar görülmüştür (Şekil 5). DKA ve KA depolamada benzer renk değerleri alırken NA depolama daha yüksek renk değeri olarak yeşil rengin daha fazla açıldığı uygulama olmuştur. Raf ömrü sırasında da a\* değerlerinde artışlar görülmüş, bu artış depolama sonuna doğru daha fazla gerçekleşmiştir.

**b\* değeri** (+) değerlerin sarılığı ifade ettiği b\* değeri de depolama süresince artmıştır (Şekil 5).

Bu artış meyvelerdeki yeşil zemin renginin (klorofillerin parçalanmasıyla) sarıya dönmesinden kaynaklanmaktadır. b\* değeri de a\* değerine benzer sonuçlar olarak DKA ve KA en iyi sonuçların alındığı depolar olmuştur.

**C\* değeri** muhafaza süresince depolar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir (veriler verilmemiştir). Tüm depolama koşullarında hafif bir artış görülmüştür.

**h° değeri** ise muhafaza süresince azalmalar görülmüş en fazla azalış NA depolamada görülmüştür (Şekil 5). Granny Smith çeşidinde yeşil zemin renginin muhafaza süresince yeşil-sarıya doğru değişmesinden dolayı h° azalmaktadır. h° değerinin korunmasında etkili depolama yöntemi DKA, daha sonra yakın değerler alan KA ve en fazla düşüşün görüldüğü NA depolama gelmektedir. Yine raf ömrü sırasında da h° değeri azalmıştır.

### Meyvelerde kabuk yanıklığı

Granny Smith çeşidi kabuk yanıklığına hassas çeşitlerden biridir (Eren ve Çalhan, 2011). Bu çeşitte depolamanın 3. ayından itibaren kabuk yanıklığı görülmeye başlanmakta, depodan çıkartılan meyvelerde hızlıca ortaya çıkmaktadır. Düşük O<sub>2</sub> ve yüksek CO<sub>2</sub> koşullarında muhafaza edilen meyvelerde kabuk yanıklığı azalmaktadır (Zanella, 2003). Çalışmamızda DKA depolamada muhafaza süresi boyunca kabuk yanıklığı görülmemiş raf ömrü için çıkartılan meyvelerde de kabuk yanıklığı ile karşılaşmamıştır (Şekil 6). Delong ve ark. (2004) Delicious ve Cortland elma çeşitlerinin DKA depolamasında yaptıkları çalışmada 9 ay depolama + 7 gün raf ömrü sonunda kabuk yanıklığı ile karşılaşmamışlardır. KA depolamada da soğuk depolama boyunca kabuk yanıklığı görülmezken sadece son dönem depodan çıkartılan meyvelerde raf ömrü sırasında kabuk yanıklığı ile karşılaşmıştır. DKA ve KA depolama kabuk yanıklığının engellenmesinde oldukça etkili olmuştur. Fakat NA depolama da ise soğuk depolamanın 6 ayında, raf ömrü ile beraber değerlendirildiğinde ise 4 ay + 10 gün periyodunda kabuk yanıklıkları görülmeye başlanmıştır. Depolama sonuna doğru ise NA koşullarında oldukça artmıştır.

### Sonuç

DKA depolamada Granny Smith elma çeşidi için %1 CO<sub>2</sub>'de düşük O<sub>2</sub> seviyesi %0.5 olarak bulunmuştur. DKA meyvelerin uzun süre depolanmasında sertlik değerlerinin korunmasında etkili olmuştur. DKA, meyvelerin etilen üretimlerini baskılamada en iyi depolama yöntemi olmuştur. DKA meyvelerde kabuk yanıklığının ortaya çıkmasını 10 ay depolamada engel olmuştur. Meyvelerin dış yeşil renklerin korunmasında DKA ve KA en iyi depolama yöntemleri olmuştur. En fazla ağırlık kaybı NA depolamada olmuştur. DKA depolanan meyveler, KA depolananlara göre kısmen daha fazla ağırlık kaybetmiştir.

### Kaynaklar

- DeEll, J.R., Prange, R.K., Murr, D.P., 1995. Chlorophyll fluorescence as a potential indicator of controlled-atmosphere disorders in 'Marshall' McIntosh apples. *Hortscience* 30(5):1084–1085.
- DeLong, J.M., Prange, R.K., Leyte, J.C., and Harrison, P.A. 2004. A new technology that determines low-oxygen thresholds in controlled-atmosphere-stored apples. *HortTechnology* 14:262-266.
- DeLong, J.M., Prange, R.K., Harrison, P.A., 2007. Chlorophyll-fluorescence based low-O<sub>2</sub> CA storage of organic 'Cortland' and 'Delicious' apples. *Acta Hort.* 737:31-37.
- Eren, İ. ve Çalhan, Ö., 2011. Hasat ve hasat sonrası teknolojileri (16. Bölüm). In: Elma kültürü (ed-Akgül, H., Kaçal, E., Öztürk, F.P., Özongun., Ş., Atasay, A., Öztürk, G. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araş. Enst. Yayın no: 37, s: 411-460. Eğirdir/Isparta.
- Eren, İ., 2003. M9 Anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinin derim zamanlarının belirlenmesi ve uygun depolama koşullarının araştırılması. *Meyvecilik Araş. İstas. Yay. No:19, p:68.*
- Jung, S.-K., Watkins, C.B., 2008. Superficial scald control after delayed treatment of apple fruit with diphenylamine (DPA) and 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Postharvest Biology and Technology*, 50, 45–52.
- Karaçalı, İ., 2009. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. *Ege Üniv. Zir. Fak. Yayın no: 494, s:481. İzmir.*
- Prange R.K., DeLong, J.M., Leyte, J.C., Harrison, P.A., 2002. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 24, 201–205.
- Prange, R.K., DeLong, J.M., Harrison, P.A., Leyte, J.C. and McLean, S.D., 2003. Oxygen concentration affects chlorophyll fluorescence in chlorophyll-containing fruit and vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 128:603-607.
- Prange, R.K., Schouten, S.P., van Kooten, O., 1997. Chlorophyll fluorescence detects low oxygen stress in 'Elstar' apples. *Proc. 7th Int. Contr. Atmos. Res. Conf.*, Davis, CA, vol. 2, pp. 57–64.
- Saltveit, M.E., 2009. Measuring Respiration. <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-20.pdf>
- Van Kooten, O., and Snel, J.F.H., 1990. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. *Photosynthesis Research* 25: 147-150.
- Vanoli, M., Eccher Zerbini, P., Grassi, M. and Rizzolo, A., 2010. Ethylene production and quality in 1-methylcyclopropene treated 'Abbé fétel' pears after storage in dynamically controlled atmosphere. *Acta Hort.* 876:31-38.
- Watkins, C.B., 2008. Dynamic controlled atmosphere storage – a new technology for the New York storage Industry? *NY Fruit Quart.* 16, 23–26.
- Watkins, C.B., 2008. Dynamic Controlled Atmosphere Storage – A New Technology for the New York Storage Industry. *New York Fruit Quarterly* 16(1):23-26.
- Wright, A.H., DeLong, J.M., Gunawardena, A.H.L.A.N., Prange, R.K., 2012. Dynamic controlled atmosphere (DCA): Does fluorescence reflect physiology in storage? *Postharvest Biology and Technology*, 64, 19–30.
- Zanella, A., Cazzanelli, P., Panarese, A., Coser, M., Cecchinell, M., Rossi, O., 2005. Fruit fluorescence response to low-oxygen stress: modern storage technologies compared to 1-MCP treatment of apple. *Acta Hort.* 682, 1535– 1542.
- Zanella, A., Cazzanelli, P. and Rossi, O., 2008. Dynamic controlled atmosphere (DCA) storage by the means of chlorophyll fluorescence response for firmness retention in apple. *Acta Hort. (ISHS)* 796:77-82.
- Zanella, A., 2003. Control of apple superficial scald and ripening—a comparison between 1-methylcyclopropene and diphenylamine postharvest treatments, initial low oxygen stress and ultra low oxygen storage. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 69-78.
- Gorny, J.R. and Kader, A.A., 1996. Controlled-atmosphere suppression of ACC synthase and ACC oxidase in 'Golden Delicious' apples during long-term storage. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 121, 751-755.

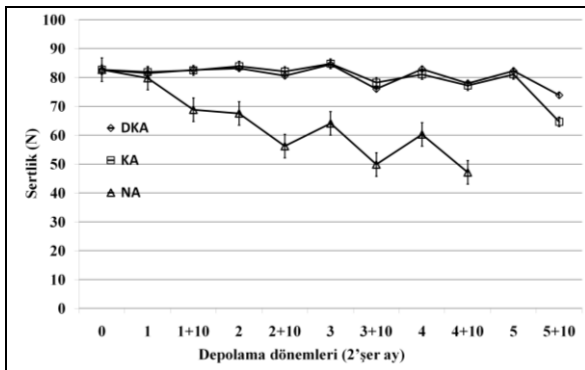
Çizelge 1. Meyvelerin depolama koşulları

Depo çeşidi	Depolama koşulları
DKA	0°C sıcaklık ve %90-95 nispi nem %1 CO <sub>2</sub> ve %0.7-0.8 O <sub>2</sub>
KA (LO <sub>2</sub> )	0°C sıcaklık ve %90-95 nispi nem %1 CO <sub>2</sub> ve %1.5 O <sub>2</sub>
NA	0°C sıcaklık ve %85-90 nispi nem
RAF ÖMRÜ	20°C sıcaklık ve %60-65 nispi nem

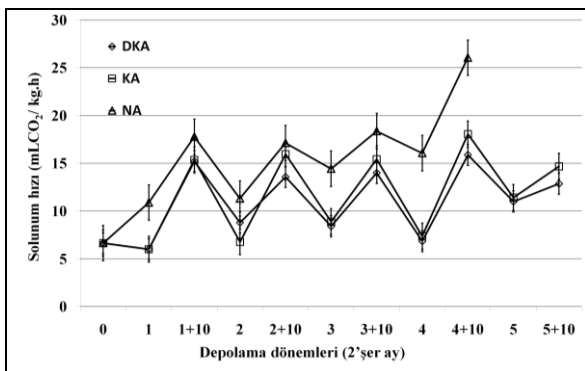
Çizelge 2. Granny Smith elma çeşidinde farklı depolama koşullarının muhafaza süresi sırasında meyvelerin etilen üretim (µL/kg.h) değerleri değişimi

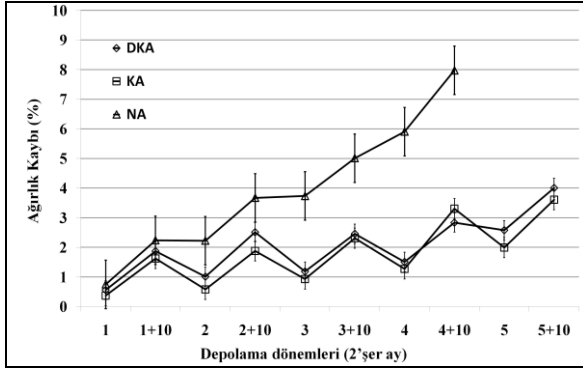
Dönem	0	1	1+10	2	2+10	3	3+10	4	4+10	5	5+10	LSD	Ort.
DKA	0.14 e	0.28 Be	31.05 Bc	2.64 Bde	35.68 Bbc	2.50 Bde	38.12 b	1.72 Bde	41.17 ab	7.97 Bd	46.97 a	***	18.93
KA	0.14 e	0.70 Be	22.74 Bd	2.58 Be	31.70 Bc	4.97 Be	40.86 b	3.66 Be	40.12 b	17.50 Ad	50.16 a	***	19.56
NA	0.14 d	18.55 Ac	51.31 Aa	20.34 Ac	45.31 Aab	23.73 Ac	37.71 b	20.91 Ac	46.97 a			***	29.44
LSD	ÖD	***	**	***	**	***	ÖD	**	ÖD	***	ÖD		
Ort.	0.14	6.51	35.04	8.52	37.57	10.4	38.89	8.77	42.75	12.74	48.56		

Ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testiyle  $P \leq 0.05$  (\*),  $P \leq 0.01$  (\*\*) ve  $P \leq 0.001$  (\*\*\*)'e göre belirlenmiştir. Küçük harfler aynı depodaki dönemler arasındaki farkı, büyük harfler aynı dönemde depolar arasındaki farkı göstermektedir. ÖD: istatistikî olarak ortalamalar arasında farklılığın olmadığını belirtmektedir.

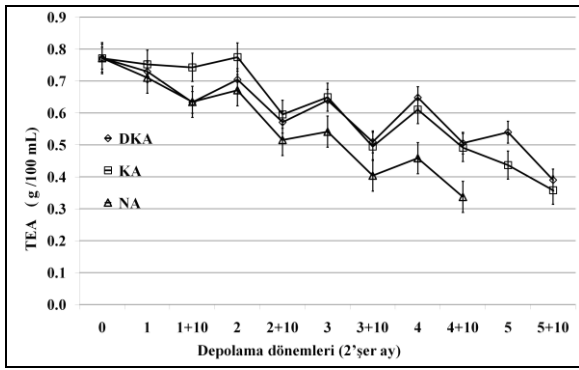


Şekil 1. Granny Smith elma çeşidinde farklı depolama koşullarının muhafaza süresi sırasında meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri

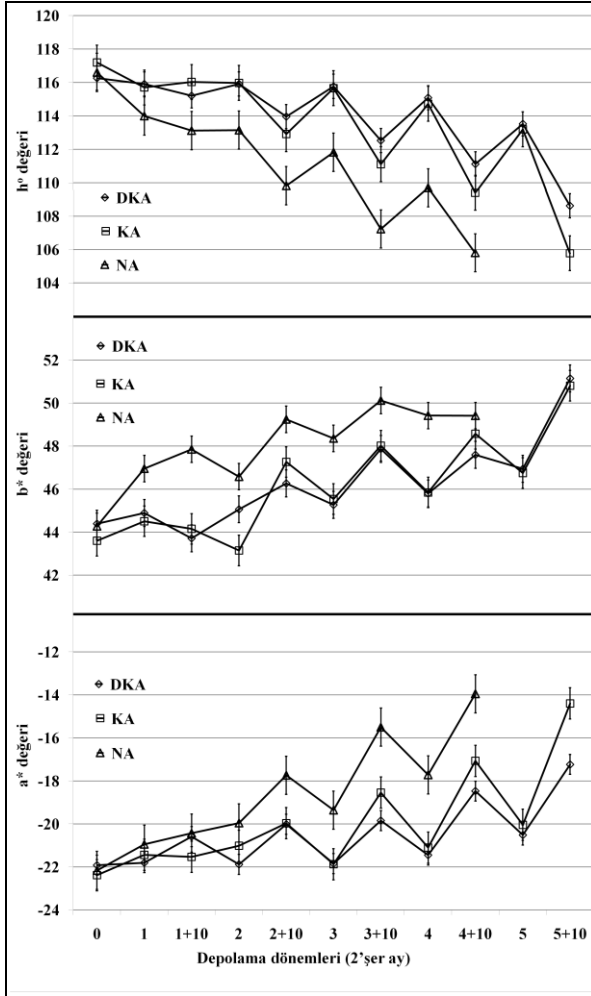
Şekil 2. Granny Smith elma çeşidinde farklı depolama koşullarının muhafaza süresi sırasında meyvelerin solunum hızı (mLCO<sub>2</sub>/kg.h) değerleri değişimi



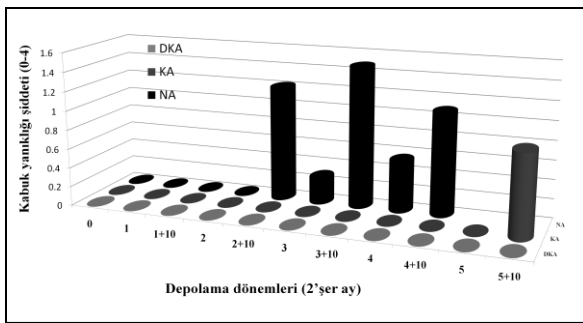
Şekil 3. Granny Smith elma çeşidinde farklı depolama koşullarının muhafaza süresi sırasında meyvelerin ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri



Şekil 4. Granny Smith elma çeşidinde farklı depolama koşullarının muhafaza süresi sırasında meyvelerin TEA miktarı üzerine etkileri



Şekil 5. Granny Smith elma çeşidinde farklı depolama koşullarının muhafaza süresi sırasında meyvelerin kabuk a\*, b\* ve h<sup>o</sup> değerleri değişimi üzerine etkileri



Şekil 6. Meyvelerdeki depolama sırasında görülen kabuk yanıklığı miktarları