

Kandil Dolma Biber Çeşidinin Modifiye ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Depolanma Olanığı

Kenan KAYNAŞ^{1*}, İ. Sözer ÖZELKÖK²

¹ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale.

²Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

*kenankaynas@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Özet

Bursa-Orhangazi ilçesinde özel üretici bahçesinden temin edilen meyve örnekleri 12°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde normal atmosfer (NA), modifiye atmosfer (MA) ve kontrollü atmosfer (KA) koşullarında 35 gün depolanmışlardır. Depolamada 0, 14, 28 ve 35 gün sonra meyve örneklerinin titre edilebilir asitlik, askorbik asit içeriği, suda çözünabilir kuru madde, klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil miktarı ve ağırlık kaybındaki değişimler ve görsel olarak pazarlanabilirlik kalitesi izlenmiştir.

Bulgularımıza göre, dolma biber meyvelerinin titre edilebilir toplam asitlik (TETA) değeri depolamanın ilk dönemlerinde artış, daha sonra azalma şeklinde gerçekleşmiştir. Gerek ilk dönemdeki artış gerekse sonraki dönemdeki azalma NA koşullarında MA ve KA koşullarında depolanın ürünler göre daha fazla olmuştur. Depolama süresince askorbik asit miktarı tüm depolama uygulamalarında belirgin olmuş ancak azalma oranı NA'de daha fazla gerçekleşmiştir. Benzer değişim klorofil miktarlarında da saptanmıştır. Suda Çözünabilir kuru madde (SÇKM) değeri ise depolama süresince uygulamalara göre farklı oranlarda artış göstermiştir. Ağırlık kaybı, biyokimyasal ve görsel kalite özelliklerindeki değişimler dikkate alındığında en iyi sonuçlar PVC bazlı streç ile paketlenmiş MA uygulaması (MA3) ve %3CO₂ + %3 CO₂ KA koşullarında depolanın ürünlerde saptanmıştır. Bu sonuçlara göre NA'de 14 gün depolanabilen dolma biber meyvelerinin, MA3 ve KA1 koşullarında 30 gün depolanabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dolma biber, MA, KA, depolama, kalite

Studies on The Storage Potentials of Bell Pepper cv. Kandil Under Modified and Controlled Atmosphere Conditions

Abstract

Bell pepper cv. Kandil fruit samples, which obtained from a farmers' production areas located in Bursa Orhangazi, were stored at 12°C temperature, 90-95% RH under normal atmosphere (NA), modified atmosphere (MA) and controlled atmosphere (CA) conditions for 35 days. Apart from the initial analysis at the end of 14, 28 and 35 days storage, titratable acidity (TA), total ascorbic acid contents, total soluble solid contents (TSSC), chlorophylls contents of the fruits and weight loss of fruit were observed. Besides, marketability assessment of the fruit samples was determined visually. According to the results obtained, change in the value of TA of the bell pepper fruits held an increase in the first period of storage and then it takes a form of decrease. Both the increase in the first period and the decrease in the next period in TA value of the stored fruits were higher in NA than CA, MA storage conditions. Ascorbic acid was apparent in all storage conditions but the reduction ratio was higher in NA. Similar changes were also found in chlorophyll content. The TSSC value increased at different rates according to the application during storage. The best results were obtained from the fruits stored in using strech film MA packaging treatment (MA3) and %3CO₂ + %3 CO₂ CA (CA1) conditions, if weight loss, biochemical properties and visual quality taken into consideration. As results, it was determined that the storage period of bell pepper fruits may be extended for 35 days, whether they can be stored for 14 days in NA conditions.

Keywords: Bell pepper, MA, CA, storage, quality

1.Giriş

Son yıllarda yaklaşık 24 milyon tona ulaşan üretim kapasitesi ve gıda sektörüne ham madde sağlama-sı nedeniyle sebze tarımsal ekonomide önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, sadece hasat ve pazarlama dönemlerinde biberlerde %15 dolayında bir kayıp oranı vardır. Depolama aşaması da dikkate alınacak olursa bu oranın %30'lara ulaşacağı öngörülmektedir (Özelkök, 1995). Biber, genel anlamda klimakterik olmayan ürünler grubuna girmektedir (Watkins, 2002). Bosland ve Votava (2000); biberlerin 1-3 hafta süreyle oda koşullarında bile muhafaza edilebileceğini; ancak, bu koşullarda %10'a varan oranlarda ağırlık kaybı ve buruşma oluşacağını bu nedenle soğukta muhafaza edilmelerini önermişlerdir. Ancak, üşüme zararı nedeniyle biberlerin çok düşük sıcaklıklar yerine kısmen yüksek sıcaklıkta depolanmaktadır. Bu kapsamda Kader (2002), California Wonder tipi

biberler için optimum depolamanın, 7°C ile 10°C arasında sıcaklık ve %95-98 arasında oransal nem koşullarında yapılmasını önermiş ve bu koşullarda 3 haftaya kadar başarılı bir şekilde depolanabileceklerini bildirmiştir. Lin (2005) Forever çeşidi California Wonder tipi biberlerin, 5°C ile 7,5 °C arasında 4 haftaya kadar depolanabildiği ve üç gün süreyle raf ömründe tutulabildiğini, buna karşın; sarı kabuk renkli Stiker çeşidinin 4 hafta süreyle depolanmadığını saptamıştır. Söz konusu çeşidin özellikle hasat döneminde mekanik zararlanmaya karşı son derece hassas olduğunu; her iki çeşit içinde 5°C altında yapılan depolama sonunda raf ömrü sürecinde yüksek oranda çürüme gösterdiklerini bildirmiştir. Diğer yandan yine dolmalık biberlerin 8- 10°C ve % 85-90 oransal nemde muhafaza süresinin 6-8 haftaya kadar çıkabildiğine dair bulgularda vardır (Vural vd., 2000; Günay, 2005; Acıcan ve Aslım, 2007). Cantwell (2007), biberlerin 5°C sıcaklıkta 2 hafta depolanmasında

su kaybı oranının çok azalmasına karşılık üşüme zararı görüldüğünü saptamıştır.

Biber depolamasında en önemli kayıplar, aşırı olgunlaşma, yaşlanma, su kaybı ve besin değerindeki kayıplardır. Bu kayıpların en aza indirilmesinde en etkin yöntemlerden biri de depolamada MA ve KA sistemleridir. KA'da depolamada nicel ve niteliksel olarak kalite kaybının azaltılarak muhafaza süresinin uzatılmasında düşük O₂ ve yüksek CO₂ oranları ayrı ayrı etkili olabildiği gibi bu iki gazın kombine edilmiş şekilde kullanımı daha fazla etkili olmaktadır (Isenberg, 1979; Herner, 1987; Kader, 1992; Kaynaş vd., 1995). Depolamada meyvenin içinde bulunduğu atmosfer koşullarının değiştirilmesi başta solunum ve etilen olmak üzere hemen hemen tüm metabolik faaliyetler üzerine etkili olmaktadır. Bu etki nedeniyle dolaylı veya dolaysız olarak depolama sırasında ortaya çıkan fizyolojik bozulmalarda kontrol edilmektedir. Ancak ürün için uygun gaz karışımlarının kullanılmaması yüksek CO₂ ve düşük O₂ bozulmalarına neden olabilmektedir. Bunlar ise daha çok uçucu bileşik sentezinin olumsuz etkilenmesi sonucu, koku, tat, aroma bozulmalarının oluşmasıdır (Weichman, 1987; Wang, 1990; Açar, 1993).

Ürünlerin muhafazasında MA uygulaması kapsamında; uygulama yapılacak ürünün O₂ ve CO₂ seviyeleri açısından zarar eşikleri de büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda; biber için düşük O₂ zarar eşik seviyesinin %2 (Beaudry, 2000); yüksek CO₂ zarar eşik seviyesinin ise %5 olduğu (Watkins, 2000) belirlenmiştir. Halloran vd., (2000), polipropilen ile ambalajlanan örneklerin polietilen ile ambalajlanan örneklerden daha az ağırlık kaybına uğradıklarını bulmuşlardır. Düşük yoğunluklu polietilen bazlı MA uygulamasına tabi tutulmuş Keystone çeşidi California Wonder tipi biber ile Numex R-Naky çeşidi sivri tip biberlerde sırasıyla 8°C, 14°C ve 20°C sıcaklıklarda 5 hafta süreyle yapılan depolama sonucunda özellikle 8°C sıcaklıkta söz konusu uygulamanın çok etkili olduğu saptanmış; bununla birlikte tüm depolama sıcaklıklarında MA uygulamasının ağırlık kaybı ve çürüme oranı üzerine olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır (Banaras vd.,2002). Sakalbaş (2012), California Wonder biber tipi Maxbell F1 çeşidinin yeşil olum dönemlerine ait biberlerde hasat sonrası sıcak su uygulamaları, ultraviyole ışın (UV-C) uygulamaları ve düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ile polivinilklorid (PVC) bazlı MA koşullarında yaptığı depolama çalışmasında bu uygulamaların yanı sıra 40°C ve 50°C sıcak su daldırma uygulamalarının kayıpların önlenmesinde olumlu etkilerini saptamıştır.

Biberlerin KA'da depolanmalarında duyarlılık sınırının O₂ için %3, CO₂ için %2 olduğu bildirilmesine karşılık (Wiersma ve Stork, 1976; Kader 1992), Stenvers ve Herchel (1971) %3-5 oranında-

ki O₂'nin olumlu etki yarattığını, CO₂ oranının yükseltilmesinin etkili olmadığını belirtmişlerdir. Kullanılan çeşitlere bağlı olarak önerilen en uygun gaz karışım değerleri farklılık göstermektedir (Wang, 1977; Alması ve Balla, 1984; Otma,1989).

2. Materyal Metot

Çalışmada Bursa - Orhangazi'de özel üretici bahçesinden açıkta yetiştirilen Kandil Dolma biber çeşidi meyveleri kullanılmıştır. Depolama çalışmaları mekanik soğutmalı odalarda 12°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında gerçekleştirilmiştir. Hasattan sonra NA'da depolamada polistiren tabaklar içindeki meyveler kontrol olarak alınmıştır. MA uygulamaları olarak; meyve tabakları deliksiz LDPE (MA1), delikli LDPE bazlı torba (5 adet/5 mm-kg biber) (MA2) ve PVC (MA3) bazlı streç ile paketlenmiş örnekler; KA uygulamaları olarak %3O₂ + %3 CO₂ (KA1), %3O₂ + %5 CO₂ (KA2) ve %5O₂ + %5 CO₂ (KA3) gaz karışımları kullanılmıştır.

MA materyallerinin gaz, su buharı geçirgenlikleri ve kalınlıkları TÜBİTAK- MAM'nde saptanmıştır (LDPE: 30 µm kalınlık, 1586.9 ml O₂/m².gün.atm.10°C, 6615.8 mlCO₂/m². gün.atm.10°C; PVC: 15 µm kalınlık, 5753.6 ml O₂/m².gün.atm.10°C, 615880.2 ml CO₂/m².gün.atm.10°C, Su buharı: 200 g/m².gün.atm.10°C).

KA uygulamaları plexiglas'tan yapılmış gaz sızdırmaz, şeffaf hücrelerde gerçekleştirilmiştir. Kabinlerdeki gaz karışımları, tarafımızca geliştirilmiş akışım tablasından (flowboard) mikro vanalar yardımıyla 60 cm su sütünü basınç farkıyla O₂, CO₂ ve N₂'un sabit basınç altında kabin içine verilerek sağlanmıştır. Kabinler içerisinde oransal nem ise N₂ gazının akışım tablosundan önce suyla doyurulması ile düzenlenmiştir.

Depolamadan önce ve depolamanın 14, 28 ve 35. gününde bazı kalite özellikleri saptanmıştır. Depolama süresince titre edilebilir toplam asitlik (sitrik asit g⁻²) (IFJU No.3); toplam askorbik asit (mg.g⁻²) (IFJU No.17), klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil (µg.cm⁻²) (Holden, 1976) tarafından tanımlanan yöntemlere göre saptanmıştır. Ayrıca suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) refraktometre yardımıyla ölçülmüş, meyvelerin depolama süresince ağırlık kayıpları (%) tartımla ve görsel kalite değerlendirmeleri (5:çok iyi, 4: iyi, 3:pazarlanabilir, 2:kötü, 1:çok kötü) yapılarak uygulamaların bu özelliklerdeki değişime etkisi incelenmiştir.

Deneme 3 yinelemeli faktöriyel tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş olup, her yinelemede 25 adet dolma biber meyvesi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre %95 güven sınırı içinde gruplandırıl-

mıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kandil dolma biberi meyvelerinin 12°C sıcaklıkta farklı koşullarda depolanmaları süresince TETA (sitrik asit) içeriğindeki değişimler Çizelge 1'de verilmiştir. Asitlik depolamanın ilk döneminde azalma, 14. günden sonra depolamanın sonuna kadar artış göstermiştir. Depolama süreleri ortalama asitlik değerleri arasındaki farklılık $p < 0.01$ düzeyinde önemlilik göstermiştir. Diğer yandan uygulama ortalamaları arasında da istatistiki olarak önemli farklılık ($p < 0.01$) bulunmuştur. Depolama süresince asitlikteki azalma ve artış oranları uygulamalara göre farklı düzeylerde gerçekleşmiş ve ortalama değerler arasındaki farklılık $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulgularımıza göre, gerek depolamanın ilk dönemindeki azalma gerekse bundan sonraki artış değerleri NA koşullarında saklanan meyvelerde MA ve KA koşullarında saklanan meyvelere göre daha büyük oranlarda gerçekleşmiştir (Çizelge 1). MA ve KA koşullarında, organik asit metabolizmasındaki değişimlerin daha kontrollü olarak gerçekleştiğini, metabolizmada organik asit kullanımının sınırlandırıldığı görülmektedir. Bu durumu MA ve KA koşullarında ortam CO₂ konsantrasyonu yüksekliği ve düşük O₂ konsantrasyonu ile açıklayabiliriz. Olgunlaşma ve

yaşlanma dönemine giren depolanmış biberlerde asitliğin oransal olarak azalması üşüme zararı nedeniyle kısmen yüksek sıcaklıkta depolanmaları, organik asitlerin solunumda kullanılmaları, şeker sentezine katılımları ve hücrelerde tuz şeklinde kristalleşmelerinin sonucudur (Ulrich, 1970; Suarez vd., 2008; Flores vd., 2012).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerindeki değişimlerde, depolama süresi ve uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Depolama süresi ve uygulama ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Bulgularımıza göre depolama başlangıcında %4.00 olan SÇKM değeri ilk 4 haftadan sonra artmış ortalama %4.20 düzeyine ulaşmıştır. Ortalama SÇKM değerindeki en fazla artış NA ile MA1 ve MA2, en az değişim ise MA3 ve KA uygulamalarında saptanmıştır. Biberlerin SÇKM içeriklerindeki değişimler uygulamalara göre farklılık göstermiştir. En çok dikkat çeken değişim NA uygulamasında görülmüştür. NA uygulamasında meyvelerin SÇKM içerikleri depolama süresince hep artmış ve depolamanın ikinci yarısında %5.20 ve %5.30 düzeyine ulaşmıştır (Çizelge 2). SÇKM değeri oransal olarak ifade edildiği için, bu artış NA koşullarındaki aşırı su kaybının bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 1. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının titre edilebilir asitlik değişimine etkisi (sitrik asit g.g⁻²)

Table 1. Effects of different storage systems on titratable acidity variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama Uygulamaları	Depolama Süresi (gün)				Depo. Uyg. Ort.
	0	14	28	35	
NA	1.184	1.003	2.240	1.536	1.491 a
MA- 1	1.184	0.735	1.738	1.504	1.288 b
MA- 2	1.184	0.896	1.632	1.355	1.267 bc
MA- 3	1.184	0.875	1.333	1.536	1.232 c
KA- 1	1.184	0.875	1.408	1.259	1.181 d
KA- 2	1.184	0.768	1.258	1.269	1.120 e
KA- 3	1.184	0.853	1.408	1.280	1.181 d
Depo. Sür. Ort.	1.184 c	0.856 d	1.574 a	1.391 b	**
Önem. Derecesi	**				**

Depo. Uyg. x Depo. Süresi: ** **: 0:01 düzeyde önemli

Çizelge 2. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde değişimine etkisi (%)

Table 2. Effects of different storage systems on soluble solids rates variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama Uygulamaları	Depolama Süresi (gün)				Depo. Uyg. Ort.
	0	14	28	35	
NA	4.00	4.15	5.20	5.30	4.66 a
MA- 1	4.00	4.03	3.93	4.03	4.00 bc
MA- 2	4.00	4.07	3.93	4.20	4.05 b
MA- 3	4.00	4.10	3.80	3.93	3.96 cd
KA- 1	4.00	3.93	3.67	3.93	3.88 d
KA- 2	4.00	3.90	3.67	4.00	3.88 d
KA- 3	4.00	3.93	3.90	3.98	3.95 cd
Depo. Sür. Ort.	4.00 b	4.02 b	4.01 b	4.20 a	**
Önem. Derecesi	**				**

Depo. Uyg. x Depo. Süresi: ** **: 0:01 düzeyde önemli

Çizelge 3. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının toplam askorbik asit değişimine etkisi (mg.g⁻²)

Table 3. Effects of different storage systems on total ascorbic acid variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama Uygulamaları	Depolama Süresi (gün)				Depo. Uyg. Ort.
	0	14	28	35	
NA	112.9	43.2	44.8	19.2	55.0 e
MA- 1	112.9	60.8	49.6	25.6	62.2 d
MA- 2	112.9	73.6	51.2	26.2	66.0 d
MA- 3	112.9	73.6	67.2	33.6	71.8 c
KA- 1	112.9	96.1	81.0	70.4	90.1 a
KA- 2	112.9	92.8	70.4	67.2	85.8 b
KA- 3	112.9	84.8	68.8	67.2	83.4 b
Depo. Sür. Ort.	112.9 a	75.0 b	61.9 c	44.2 d	**
Önem. Derecesi					**

Depo. Uyg. x Depo. Süresi: ** **: 0:01 düzeyde önemli

Çizelge 4. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının klorofil-a miktarındaki değişimine etkisi (µg.cm⁻²)

Table 4. Effects of different storage systems on chlorophyll-a variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama Uygulamaları	Depolama Süresi (gün)				Depo. Uyg. Ort.
	0	14	28	35	
NA	3.03	2.86	2.80	1.96	55.0 e
MA- 1	3.03	2.95	2.72	2.46	62.2 d
MA- 2	3.03	2.56	2.49	2.19	66.0 d
MA- 3	3.03	1.99	2.93	2.39	71.8 c
KA- 1	3.03	2.38	3.05	2.70	90.1 a
KA- 2	3.03	3.14	2.89	2.56	85.8 b
KA- 3	3.03	2.81	2.68	2.41	83.4 b
Depo. Sür. Ort.	3.03 a	2.67 c	2.79 b	2.38 d	**
Önem. Derecesi					**

Depo. Uyg. x Depo. Süresi: ** **: 0:01 düzeyde önemli

Çizelge 5. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının klorofil-b miktarındaki değişimine etkisi (µg.cm⁻²)

Table 5. Effects of different storage systems on chlorophyll-b variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama Uygulamaları	Depolama Süresi (gün)				Depo. Uyg. Ort.
	0	14	28	35	
NA	3.60	2.84	3.03	2.55	55.0 e
MA- 1	3.60	3.61	3.63	3.32	62.2 d
MA- 2	3.60	3.54	3.23	2.92	66.0 d
MA- 3	3.60	4.00	3.63	3.05	71.8 c
KA- 1	3.60	3.94	3.47	3.15	90.1 a
KA- 2	3.60	3.68	3.08	2.44	85.8 b
KA- 3	3.60	3.92	3.69	2.35	83.4 b
Depo. Sür. Ort.	3.60 a	3.65 a	3.39 b	2.82 c	**
Önem. Derecesi					**

Depo. Uyg. x Depo. Süresi: ** **: 0:01 düzeyde önemli

Kandil dolma biber meyvelerinin başlangıçta 112.9 mg.g⁻² olan askorbik asit miktarı, depolamayla birlikte hızla azalarak, 35 gün sonunda ortalama 44.2 mg.g⁻² değerine ulaşmıştır. Depolama süreleri ortalama değerleri arasındaki farklılık p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuş ve her dönem ayrı istatistikî grup içerisinde yer almıştır. Diğer yandan uygulama ortalama değerleri arasında da istatistikî olarak önemli farklılık (p<0.01) saptanmıştır. En fazla kayıp, NA uygulamasında görülürken, en az kayıp KA uygulamalarında bulunmuştur. Askorbik asidin depolama süresince azalması

uygulamalara göre farklılık göstermiş ve depolama süresi x uygulama interaksyonu önemli (p<0.01) çıkmıştır. Bu kapsamda MA uygulamaları askorbik asit kaybını kısmen azaltırken, KA uygulamalarında daha başarılı sonuç alınmıştır. En az kayıp KA1 uygulamasındaki meyvelerde bulunmuştur (Çizelge 3). KA koşullarında bu kaybın azalması yüksek CO₂'in etkili olduğu, NA ve geçirgenliği dikkate alındığında MA koşullarında ve NA uygulamalarında askorbik asidin yüksek O₂ koşullarında okside olarak parçalanması sonucudur (Weichmann, 1987; Wang, 1990; Kader, 1992).

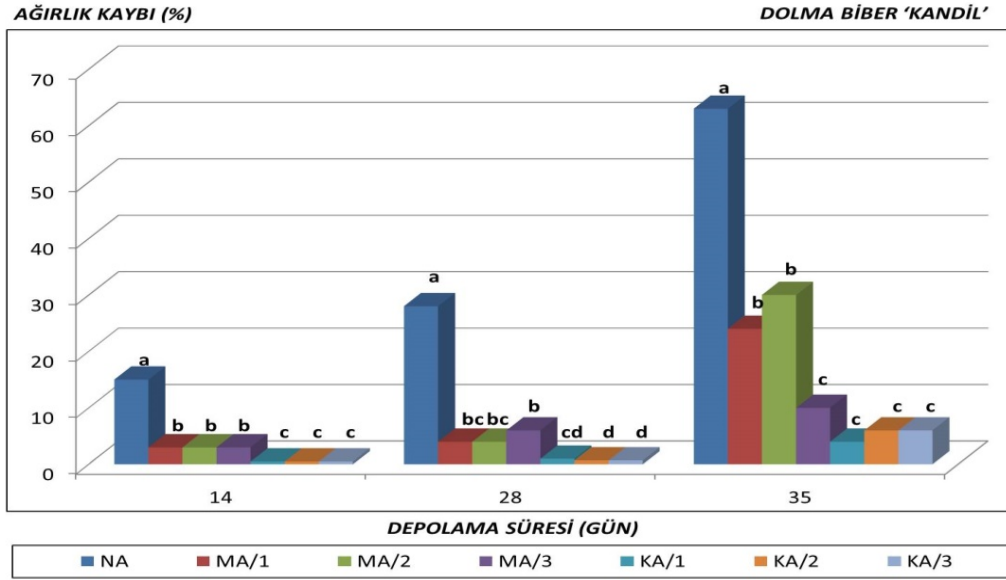
Çizelge 6. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının toplam klorofil miktarındaki değişimine etkisi ($\mu\text{g.cm}^{-2}$)

Table 6. Effects of different storage systems on total chlorophyll variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama Uygulamaları	Depolama Süresi (gün)				Depo. Uyg. Ort.
	0	14	28	35	
NA	8.94	7.18	6.99	5.37	7.12 e
MA- 1	8.94	7.87	7.31	5.92	7.51 c
MA- 2	8.94	6.95	6.62	6.18	7.17 de
MA- 3	8.94	8.06	7.62	6.11	7.68 b
KA- 1	8.94	8.11	7.87	6.99	7.98 a
KA- 2	8.94	7.78	7.45	6.16	7.58 bc
KA- 3	8.94	7.59	6.86	5.92	7.33 d
Depo. Sür. Ort.	8.94 a	7.65 b	7.25 c	6.09 d	
Önem. Derecesi			**		**

Depo. Uyg. x Depo. Süresi: **

** : 0:01 düzeyde önemli

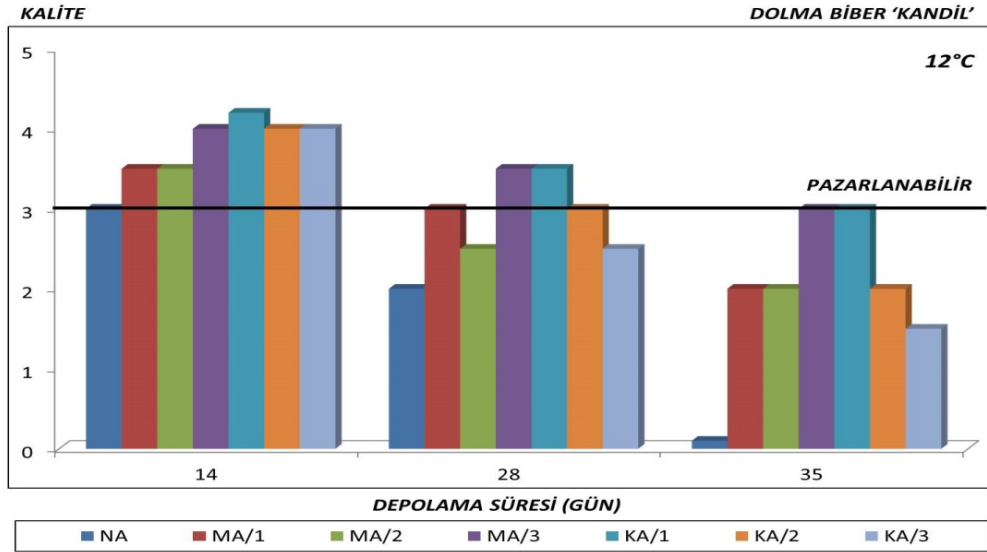


Şekil 1. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının ağırlık kaybına etkisi (%)

Figure 1. Effects of different storage systems on weight loss rate variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

Depolama süresince meyve kabuğu rengindeki değişimler klorofil-a, klorofil-b ve toplam klorofil miktarları olarak saptanmış ve bulgular Çizelge 4, 5, 6'da özetlenmiştir. Klorofil değerleri birlikte değerlendirildiğinde Kandil dolma biberinde meyve renginde klorofil-b formunun daha etkin olduğu saptanmıştır. Klorofil-a ve klorofil-b miktarları depolama süresince genel olarak azalma göstermiş ve her iki klorofil formundaki bu azalma, istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Özellikle NA uygulamalarında klorofil formlarındaki azalmalar, 28 gün depolamadan sonra belirginleşmiş ve bu meyve renginde görsel olarak algılanmıştır. Bunun yanında klorofil formlarındaki azalmalar uygulamalara göre farklılık göstermiş ($p<0.01$), en fazla azalma NA koşullarında depolanan meyvelerde görülürken, MA ve KA uygulamalarında çok daha

düşük düzeyde azalma saptanmıştır. Her iki klorofil formundaki değişimler toplam klorofil miktarındaki değişimlere aynen yansımıştır. Buna göre, başlangıçta $8.94 \mu\text{g.cm}^{-2}$ olan toplam klorofil miktarı depolama süresince azalarak 35 gün sonra $6.09 \mu\text{g.cm}^{-2}$ düzeyine düşmüştür. Yine uygulama ortalamaları arasındaki farklılık önemli ($p<0.01$) bulunmuş, en fazla toplam klorofil kaybı NA uygulamasında elde edilmiştir. Toplam klorofil değerlerinde depolama süresince görülen azalmalar, uygulamalara göre önemli ($p<0.01$) düzeylerde gerçekleşmiştir. Buna göre, en hızlı klorofil kaybı NA uygulamasında görülürken, en az renk kaybı KA uygulamalarından elde edilmiştir. 35 günlük depolama sonunda yeşil rengin en iyi korunduğu uygulama KA1 uygulaması olarak saptanmıştır. Kandil dolma biberlerin olgunlaşma ve yaşlanmasının en



Şekil 2. Kandil dolma biber meyvelerinin 12°C'de depolanmaları süresince farklı depolama uygulamalarının görsel kaliteye etkisi

Figure 2. Effects of different storage systems on visual quality variations of bell pepper fruits cv Kandil stored at 12°C

iyi göstergesi kabuk rengindeki değişimdir. Klorofil kaybı sonucu gerçekleşen renk değişimi ile meyve rengi yeşilden solgun, açık sarı renge, daha sonra kırmızı renge dönüşmektedir. Taze tüketilen biberlerde kalite kaybının görsel algılanmasında önemli bir parametredir ve renk değişimi depolama koşullarına bağlı kalmaksızın her koşulda yaşanmanın sonucu doğal bir gelişmedir. Bulgularımıza göre, klorofildeki azalmanın MA ve KA koşullarında muhafaza ile önemli derecede yavaşlatılabileceği ve depolama süresini uzatabileceği ortaya çıkmıştır. Bu uygulamalar içerisinde MA3 ve KA1 uygulamaları daha iyi sonuç vermiştir. Bu etki MA ve KA koşullarındaki O₂ oranının düşük, CO₂ oranının yüksek olmasındadır. KA3 koşullarında depolanan biberlerdeki renk değişimi depolama sonunda kontrol meyvelerine çok yakın bulunmuştur. Bu etki KA3 koşullarında, diğer KA koşullarına göre O₂ ve CO₂ oranlarının kısmen yüksek olmasından kaynaklanabilir. Benzer sonuç, Singh ve ark., (1972); Salunkhe ve Wu, (1973); Do ve Salunkhe, (1975) tarafından da saptanmıştır.

Kandil dolma biberlerin muhafazasında depolama uygulamalarının en belirgin farklılığı ağırlık kaybında görülmüştür. Depolamanın ilk döneminde görülen bu farklılık depolamanın sonuna kadar devam etmiştir. NA'da depolanan biber meyveleri 14 gün sonra %15 düzeyinde ağırlık kaybı gösterirken, MA uygulamalarında ortalama %4, KA uygulamalarında %1 düzeyinde gerçekleşmiştir. 28 gün sonra ise ağırlık kayıp oranı NA'da %23, MA ve KA uygulamalarında %3-5 oranına ulaşmıştır. Depolamanın 35.günde MA1 ve MA2 uygulamalarındaki meyvelerde %25-30, MA3 ve KA uygula-

malarında %5-10 düzeyinde ağırlık kaybı saptanmıştır. Bu dönemde NA koşullarında saklanan meyvelerde ağırlık kaybı %58 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). MA1 ve MA2 koşullarında 35. günde saptanan yüksek ağırlık kaybı bu uygulamalardaki meyvelerde görülen aşırı çürümelerden ileri gelmiştir. KA uygulamalarında ağırlık kaybının 35. günde bile ticari sınır civarında kalması, gaz karışımlarında N₂ gazının sisteme gönderilmesinden önce su buharı ile doyurulmuş dolayısıyla kabinler içindeki oransal nemin yüksek tutulmasından kaynaklanmıştır.

Farklı koşullarda muhafaza edilen Kandil dolma biber meyvelerinin depolama süresince renk, parlaklık, buruşma, sap kuruması, tohum rengi dikkate alınarak yapılan görsel kalite değerlendirme sonuçları Şekil 2'de özetlenmiştir. Bulgularımıza göre NA koşullarında muhafaza edilen biber meyvelerinin bu özellikler yönünden ancak 14 gün depolanabileceği ortaya çıkmıştır. 14 günden hemen sonra meyveler pazarlanabilir özelliklerini kaybetmişlerdir. Bu kapsamda MA3 ve KA1 koşullarında saklanan biber meyveleri 30.günde pazarlanabilir niteliklerini korumuşlardır.

4. Sonuç

Sonuç olarak, biberlerde depolamada büyük kayıplara neden olan üşüme zararı için çalışmada kullanılan 12°C sıcaklık, Kandil dolma biber meyveleri için uygun bir sıcaklık değeridir. MA uygulamalarında delikli ve deliksiz polietilen torbalara göre, PVC hammaddesinden yapılmış streç film (MA3) uygulaması daha iyi sonuç vermiştir. Çalışma bulgularına göre, %5 CO₂ konsantrasyonunun

kullanıldığı KA koşullarında (KA2 ve KA3) meyve kabuğunda yüksek CO₂ zararı gözlenmemiş olmasına karşılık, KA3 koşullarında tohumlarda kararma saptanmıştır. 35 günlük depolama sonunda tüm kalite ve ağırlık kaybı değerleri birlikte değerlendirildiğinde en iyi sonucun KA1 ve NA3 uygulamalarından elde edildiği ifade edilebilir. Ancak depolama sonrası pazarlama aşaması (raf ömrü) dikkate alınırsa Kandil dolma biberi meyvelerinin en fazla 30 gün depolanması önerilebilir.

Kaynaklar

Acıcan T, Aslım AŞ, 2007. Yaş Meyve ve Sebze Muhafazası. Yayçep. [http://www.tedgem.gov.tr / ekitap.htm](http://www.tedgem.gov.tr/ekitap.htm)

Ağar T, 1993. Kontrollü Atmosferli Depolarda Muhafaza. II. Kontrollü Atmosferde Depolamanın Meyve ve Sebzeler Üzerindeki Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkileri. Ç.Ü. Zir. Fak. Der., 197-212.

Almasi E, Balla CS, 1984. The Respiration of Paprika Stored in Modified Atmospheres. Proceeding XVI th International Congre of Regrigeration, 111: 299-302, Rome.

Anonymous, 1968. International Federation of Fruit Juice Producers, No: 3; No: 17.

Banaras M, Lownds NK, Bosland PW, 2002. Postharvest Storage of Late Season Field Harvested Pepper Fruits. Pakistan Journal Agricultural Research, 17 (1): 36-41.

Beaudry RM, 2000. Responses of Horticultural Commodities to Low Oxygen: Limits to the Expanded Use of Modified Atmosphere Packaging. Horticultural Technology, 10(3):491-500.

Bosland PW, Votava EJ, 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. CABI Publishing, ISBN 0 85199 3354, 199 p. USA.

Cantwell M, 2007. Bell Pepper - Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Veg/pepper.shtml>.

Do JY, Salunkhe DK, 1975. Controlled Atmosphere Storage. Postharvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables (Ed. Pantastico, Er.B.), The AVI Pub. Com. Connecticut, USA, 175-185.

Flores P, Hellin P, Fenoll J, 2012. Determination of Organic Acids in Fruits and Vegetables by Liquid Chromatography with Tandem-Mass Spectrometry. Food Chemistry, 132(2): 1049-1054.

Günay A, 2005. Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II, Meta Basımevi, İzmir, 345 s.

Halloran N, Yanmaz R, Kasım MU, Kasım R, 2000. Modified Atmospheric Storage of Kandil Bell Pepper Cultivar. Gıda. 25 (2): 129-132.

Herner RC, 1987. High CO₂ Effects on Plant Organs.

Postharvest Physiology of Vegetables. (Ed. Weichmann, J.), Marcel Deccer Inc. NewYork, 239-255.

Holden, A., 1976. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. (Ed. Goodwin, T.V. Academic Press, London, 1-37pp.

Isenberg FMR, 1979. Controlled Atmosphere Storage of Vegetables. Horticultural Reviews Vol.I., (Ed: Janick, J.) The AVI Pub. Com. Connecticut, USA, 337-394.

Kader AA, 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third Edition. University of California Agriculture and Natural Resources Publication, Pub. No.3311.

Kader AA, 1992. Postharvest Biology and Technology. An Overview. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Special Pub. No. 3311, 3-7 pp.

Kaynaş K, Özelkök İS, Sürmeli N, 1995. Bazı Sebze Türlerinin Kontrollü ve Modifiye Atmosferde Depolama Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Togtag-1017, Yalova. 98 s.

Lin WC, 2005. Quality of Stored Greenhouse Sweet Peppers Influenced by Storage Temperatures and Pre-harvest Factors. Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production FRUTIC: 101-110. 05, 12 . France.

Otma EC, 1989. Controlled Atmosphere Storage and Filmwrapping of Red Bell Peppers. Acta Horticulturae, 258:515-521.

Özelkök İS, 1995. Postharvest Handling of Fruits and Vegetables in Turkey Present Status Losses and Future Strategies (Country Report) FAO Postharvest Operations in The Near East. Their Problems and Remedies, 6 th Session of The Near East Regional Comission on Agriculture. Yalova, Turkey, 75s.

Sakaldaş M, 2012. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen California Wonder Biber Tipinde Farklı Hasat Sonrası Uygulamaların Kalite ve Biyokimyasal Özelliklere Etkileri. ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 167 s. Çanakkale.

Salunkhe DK, Wu MT, 1973. Effects of Subatmospheric Pressure Storage on Ripening and Associated Chemical Changes of Certain Deciduous Fruits. Journal American Society Horticultural Science, 98:12-14.

Singh B, Yang CC, Salunkhe DK, Rahman AR, 1972. Controlled Atmosphere Storage of Lettuce. Journal Food Science. 37:48-51.

Stenvers N, Herchel P, 1975. Storage of Vegetables and Soft Fruits. Report of Sprenger Inst. Wagenin-gen, 1750:22-24.

Suarez MH, Rodriguez JM, Romero CD, 2008.

Analysis of Organic Acids Content in Cultivars of Tomato Harvested in Tenerife. *European Food Research Technology*, 226:423-435.

Ulrich R,1970. Organic Acids. *The Biochemistry of Fruits and Their Products Vol.I*, (Ed. Hulme, A.C.), Academic Press London and New York. 89-118 pp.

Vural H, Eşiyok D, Duman İ, 2000. *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 293 s.

Wang CY, 1977. Effects of CO₂ Treatment on Storage and Shelf Life of Sweet Peppers. *Journal American Society Horticultural Science*, 102:808-812.

Wang CY, 1990. Physiological and Biochemical Effects of Controlled Atmosphere on Fruits and Vegetables. *Food Preservation by Modified Atmospheres*. (Ed. Calderon, M., Barkai-Golan, R.), CRC Press, Boston, USA, 197-214 pp.

Watkins CB, 2002. Ethylene Synthesis, Mode of Action, Consequences and Control. *Fruit Quality and Its Biological Basis* (Ed. Knee, M.) ,(pp. 180-224). Florida: Sheffield Academic, 180-224 pp.

Watkins CB, 2000. Responses of Horticultural Commodities to High Carbon Dioxide as Related to Modified Atmosphere Packaging. *HortTechnology*. 10(3):501-506.

Weichmann J, 1987. Low Oxygen Effects. *Postharvest Physiology of Vegetables*. (Ed. Weichmann, J.), Marcel Dekker Inc., NewYork, 231-239 pp.

Wiersma O, Stork HW, 1976. Storage Trials with Green Capsicums. *Groenten en Fruit*, 31(1):35.