

Domatesin Kontrollü Atmosferde (KA) Muhafazası Üzerine Bir Araştırma

M. Hakan ÖZER* Fatih MASATÇI**

ÖZET

Bu araştırma 1996 yılında, Bursa-Mustafakemalpaşa'da taze tüketim için yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Aslea 68 domates çeşidinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada özellikle muhafaza süresinin kısa olduğu pembe ve kırmızı olum dönemleri seçilerek sahip olunan tüketim periyotlarının, meyvelerin kontrollü atmosfer (KA)'de muhafaza edilmek suretiyle uzatılması amaçlanmıştır.

Araştırma sonucunda; Aslea 68 domates çeşidinde tüm KA uygulamaları ile kırmızı olum dönemine ait meyvelerde muhafaza süresi, başlangıçtaki kalitede büyük bir değişim görülmeksizin 24 gün olurken, % 5 CO₂ : % 3 O₂ bileşimi bu olum dönemi için uygun gaz bileşimi olarak belirlenmiştir. % 3 CO₂ : % 3 O₂ ve % 3CO₂ : % 5 O₂ bileşimleri ise pembe domateslerde kalitenin en uzun süreli korunduğu bileşimler olmuştur. Ayrıca, KA'in bu etkisi 24 günlük depolama süresine ilaveten 6 günlük raf ömrü boyunca da devam etmiştir. 6. gün sonunda pembe meyvelerin tamamen kızırdığı ve taze tüketim için uygun görünüş-lezzet ile birlikte sertliğe de sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Domates, muhafaza, kontrollü atmosfer (KA).

* Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Öğretim Üyesi

** Ziraat Yüksek Mühendisi

ABSTRACT

A Research on The Controlled Atmosphere (CA) Storage of Tomato

This study was carried out with tomato cv. Aslea 68 which is widely grown in Mustafakemalpaşa-Bursa for fresh consumption, in 1996. The study was aimed to prolong the consumption periods of fruits especially at pink and red ripe stages with short storage period, by storing under controlled atmosphere (CA) condition.

At the end of the research, the storage period of fruits harvested at both ripening stages was prolonged to 24 days with CA storage without a significant change in the initial quality, and % 5 CO₂ : % 3 O₂ was determined as the most suitable gas combination for this period. The combinations % 3 CO₂ : % 3 O₂ and % 3 CO₂ : % 5 O₂ were the atmospheres at which the quality of pink tomatoes was retained for the longest time. Moreover, this effect of CA continued during the 6-days of shelf life in addition to 24-days storage, and the pink fruits were observed to become red completely at the end of the 6th day, possessing the most suitable taste, appearance and firmness for fresh consumption.

Key Words: Tomato, storage, controlled atmosphere (CA).

GİRİŞ

Genel sebze üretiminin yaklaşık 1/3'ünü oluşturan domates üretiminin daha ziyade Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaştığı görülür. Özellikle Marmara bölgesi, 1190000 ton ile Türkiye üretiminin % 20'sini karşılarken, Bursa ili de bu bölge üretiminde yaklaşık % 83'lük bir paya sahiptir (Anonymous 1993).

Özellikle son yıllarda önemli miktarda ihracatı gerçekleştirilen yaş meyve sebzeler arasında yer alan domateste, kazanılan uzak pazarların kaybedilmemesi, üretim, ambalaj, muhafaza ve dağıtım tekniklerimizi daha da etkinleştirerek rekabet gücümüzü devam ettirmemize, yani depolama esnasında kalitenin korunması yanında, öncelikle 2-3 gün sürecek taşımalarda da mutlaka KA'li sistemleri kullanarak bu noktalara en az kayıpla ulaşmamıza bağlıdır.

Isenberg (1979)'in bildirdiğine göre; domates diğer sebzelerle karşılaştırıldığında, KA'de muhafaza çalışmalarına daha fazla konu olmuş bir sebzedir. Kidd ve West tarafından gerçekleştirilmiş KA uygulamalarında ilk çalışılan ürün olarak kabul edilmektedir. Bu araştırmacıların 12°C'de yapmış oldukları çalışma sonucunda, en etkili gaz bileşimi % 5 CO₂ : % 5 O₂

olarak belirlenmiştir. Eaves ve Lockhart (1961) ise, Kidd ve West tarafından uygulanan orijinal KA tekniklerini geliştirerek $\text{Ca}(\text{OH})_2$ absorbantı kullanmak suretiyle, ortamdaki CO_2 konsantrasyonunu uzun süre aynı düzeyde tutmayı amaçlamışlardır. 12.7°C 'lik sıcaklıkta denenen % 5 CO_2 : % 2.5 O_2 bileşimi, olgunlaşmayı yavaşlatarak, meyvelerin 12 hafta süreyle muhafaza edilmesine imkan verirken, % 2.5 CO_2 : % 2.5 O_2 hastalıkların kontrolünde en etkili bileşim olmuştur. Bir başka çalışmada, domates meyveleri yeşil olum döneminde hasat edilerek, 12.7°C sıcaklık ve farklı KA koşullarında muhafazaya alınmıştır. 6 haftalık muhafaza sonunda, kontrol meyveleri tamamen kırmızı renge sahip olurken, % 5 CO_2 : % 3 O_2 bileşimi, meyvelerdeki olgunlaşmayı geciktirerek, aynı süre sonunda pembe kalmasını sağlamıştır (Parsons ve Penney 1970). Isenberg (1979)'in bildirdiğine göre; Murata, yeşil olum ve dönüşüm döneminde hasat edilmiş meyveleri 6.5°C sıcaklık, % 2.5 CO_2 : % 10 O_2 , % 5 CO_2 : % 10 O_2 , % 10 CO_2 : % 10 O_2 bileşimlerinde muhafazaya aldığı, KA uygulamalarında rengin korunması şeklinde benzer sonuçları belirlemiştir.

Mizuna, 20°C sıcaklıkta % 0 ile 21 O_2 arasında değişen 8 farklı atmosfer bileşiminin, yeşil domates meyvelerinde klimakterik üzerine etkilerini araştırmıştır. % 14'ün üzerindeki O_2 konsantrasyonlarında klimakterik yükselişi görülürken, % 7 O_2 konsantrasyonu meyveler tarafından üretilen CO_2 ve C_2H_4 miktarını azaltmıştır. Mizuna çalışma sonucunda; KA'de muhafaza edilen domateslerde optimal olgunluk için % 3 CO_2 : % 7 O_2 bileşimini önermiştir. Düşük O_2 konsantrasyonunun bir sera çeşidi olan Cx-54 üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; O_2 konsantrasyonunun düşmesi ile muhafaza süresi uzamış, kontroldeki 33 günlük muhafaza süresi % 10 O_2 'de 62 gün, % 3 O_2 'de 76 gün ve % 1 O_2 'de 87 güne çıkmıştır (Salunkhe ve Wu 1973).

Anderson ve Parsons (1971) tarafından yeşil dönemde hasat edilmiş Floradel ve Homestead çeşitlerinde yapılan KA denemeleri sonucunda; % 0 CO_2 : % 3 O_2 lezzetin korunması, % 5 CO_2 : % 3 O_2 'de olgunlaşmanın geciktirilmesi için en etkili gaz bileşimleri olarak belirlenmiştir. Ancak % 5 oranlarında domateslerde yüksek CO_2 zararlanmaları görülmüştür. Volkind ve Shumatov (1972)'ün çalışmalarında en iyi sonucu % 5 CO_2 + % 3 O_2 + % 92 N_2 bileşimi vermiş, meyveler bu bileşimde 18 günlük muhafaza sonunda tazeliklerini korumuştur. Almasi ve Saray (1978) ise Paprika domateslerinde yaptığı çalışmada, en ideal ortam olarak $8-10^\circ\text{C}$ sıcaklık, % 85-95 n.n. ile % 2-3 CO_2 : % 6-10 O_2 bileşimini belirlemiştir. Vidigal ve ark. (1979), Angela ve Kada çeşitlerini normal atmosfer (NA), modifiye atmosfer (MA) ve KA koşullarında muhafazaya almışlardır. KA bileşimleri meyvelerin sahip olduğu kalite kriterlerini uzun süreyle korurken, her iki çeşitte de en iyi sonuçları % 8 CO_2 : % 5 O_2 bileşimi vermiştir. Depolama süresince örneklerde pH ve titre edilebilir asit miktarı azalırken, suda eriyebilir kuru

madde ve Vit.C içeriğinde artış gözlenmiştir. Kaynaş ve ark. (1995)'nce Invuctus çeşidinin yeşil olum meyveleriyle yaptıkları çalışmada, meyveler 12°C ve % 90-95 n.n. içeren koşullarda, NA, MA ve KA sistemlerinde 70 gün muhafaza etmişlerdir. Depolama süresince fiziksel ve kimyasal değişimler sonucunda elde edilen bulgulara göre; NA'de 30 gün depolanabilen domatesler, PVC ile oluşturulan MA'de 40-50 gün, %3.5 O₂ : % 3 CO₂ içeren KA koşullarında ise 60-70 gün depolanabilmiştir.

Basel (1981) tarafından yapılan çalışmada ortama O₂, CO₂ ve N₂ gazlarına ilaveten CO gazı da ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda, % 5 CO₂ : % 4 O₂ : % 11 CO : % 80 N₂ bileşiminde olgun domateslerin 8 hafta depolanabileceği belirlenmiştir. Morris ve ark. (1982)'nin yaptığı benzer çalışmada; % 2 CO₂ : % 4 O₂ : % 5 CO bileşiminde meyvelerin 7 hafta çürüme olmaksızın, sertlik, renk, yeme kalitesinde bir kayba uğramadan depolanabileceği saptanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Aslea 68 çeşidinin kullanıldığı denemeler, Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümündeki "Kontrollü Atmosferde Soğuk Muhafaza Tesisinde" yürütülmüştür. Muhafaza süresince tekrarlanan fiziksel ve kimyasal analizler de Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma soğuk depoya yerleştirilen ve içlerindeki atmosferin kontrol edilebildiği 10 adet 120 lt hacmindeki plastik soğuk hücrelerde yürütülmüştür.

Aslea 68 çeşidine ait meyveler, literatürde belirtildiği gibi (Ryall ve Lipton 1979, Weichman 1987), pembe ve kırmızı olum dönemleri dikkate alınarak hasat edilmiştir. Hasattan sonra soğuk depoya getirilen domatesler 40x30x8cm boyutundaki karton kutulara, her kutuya yaklaşık 3.5 kg meyve gelecek şekilde yerleştirilmiş ve hava ile 3°C'lik sıcaklıkta ön soğutmaya tabii tutulmuştur. Her bir soğuk hücreye ikisi pembe, ikisi de kırmızı olum dönemine ait meyveleri bulunduran 4 karton kutu yerleştirilmiştir. Plastik soğuk hücrelere yerleştirilen meyvelere uygulanacak sıcaklık, nispi nem ve atmosfer bileşimleri [(% CO₂ : % O₂)- 0:21(kontrol), 5:3,5:5,3:3,3:5] literatürde belirtilen ve bunlara yakın değerler olacak şekilde seçilmiştir (Eaves ve Lochart 1961, Parsons ve Penney 1970, Volkind ve Shumatov 1972, Ryall ve Lipton 1979). Uygulamalar 8±0.5°C sıcaklık ve %90-95 n.n. koşullarında gerçekleştirilmiştir. Domatesler bu şartlarda 24 gün süreyle muhafaza edildikten sonra raf ömrü durum tespiti amacıyla da 20±2°C sıcaklık ve %55-60 n.n.'e sahip oda koşullarında 6 gün bekletilmiştir (Almasi ve Saray 1978).

Muhafazaya alınan meyvelerde depolama başlangıcı, 10., 17. ve 24. günlerde analizler yapılmış, aynı analizler raf ömrü sonuna tekabül eden

24+6. günde de tekrarlanmıştır. Örnekler üzerinde yapılan analizler; ağırlık kaybı (%), solunum hızı (mgCO₂/kgh) (Sürekli Hava Akımı metodu-Dokuzoğuz 1960), titre edilebilir asit (sitrik asit cinsinden) (%) (Anonymous 1983), pH, suda eriyebilir kuru madde (%) (Anonymous 1983), Vit.C (mg/100g) (Pearson 1970), karoten (ppm) (Kılıç ve ark. 1991), likopen (ppm) (Kılıç ve ark. 1991), invert şeker (g/100g) (Bilişli 1976), kuru ağırlık (%) (Cemeroğlu 1976), meyve eti sertliği (lb) (11.1mm çaplı Effegi tipi el penetrometresi ile), meyve kabuk rengi (Anonymous 1966) ve genel görünüm-lezzet testi (5 kişiden oluşan jüri tarafından;5-çok iyi, 4-iyi, 3-satılabilir, 2-satılamaz, 1-kullanılamaz şeklinde puanlar verilerek) şeklindedir.

Çalışma "Tesadüf Blokları Faktöryel Deneme Deseni"ne göre 2 tekerrürlü kurulmuş, istatistiki sonuçlar DUNCAN testi 0.01 hata düzeyinde değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Farklı KA bileşimlerinde muhafazaya alınan domateslerde, muhafaza ve raf ömrü süresince dikkate alınan bazı parametrelere ait sonuçlar, Çizelge 1'de verilmiştir.

3.1. Ağırlık Kaybı: Her iki olum dönemine ait meyvelerde muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kaybında önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Bu durum raf ömrü süresince de devam etmiştir (Çizelge 1 ve 2). Muhafaza sonunda her iki olum döneminde de, en düşük ağırlık kaybı 5:5, en yüksek ağırlık kaybı 0:21 uygulamalarından alınmıştır.

Raf ömrü sonunda, en yüksek ağırlık kaybı yine olum dönemlerine göre değişmeksizin 0:21 uygulamasında saptanmıştır.

3.2. Solunum Hızı: Solunum hızındaki değişimlerin olum dönemlerine göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Her iki olum döneminde de ilk 10 gün sonunda azalan solunum hızı, muhafaza sonuna doğru pembe domateslerde artmış, kırmızı domateslerde önemli bir değişim göstermemiştir (Çizelge 1). Raf ömrü süresince ise her iki olum dönemi domateslerde önemli artışlar belirlenmiştir. Muhafaza sonunda en düşük solunum hızı, pembe olum döneminde 5:3, kırmızı olum döneminde ise 5:5 uygulamasında saptanmıştır.

3.3. Titre Edilebilir Asit: Pembe domateslerde ilk 10 günlük periyotta görülen yükseliş, kırmızı domateslerde aynı düzeyde gerçekleşmemiştir. Muhafaza sonundaki değişimler pembe ve kırmızı domateslerde azalış yönünde gerçekleşirken, bu azalış kırmızı domateslerde daha dikkat çekici düzeylerde olmuştur (Çizelge 1). Aynı azalışlar raf ömrü süresince de devam etmiştir.

Çizelge: 1

Farklı KA Koşullarında Muhafaza Edilen Aslea 68 Çeşidinde Bazı Kalite Kriterlerinin Deneme Süresince Değişimleri

Analizler	Uygulama	Depolama Süresi (Gün)									
		0		10		17		24		24+6	
		Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe	Kırmızı	Pembe
Ağırlık Kaybı (%)	0:21	0.00	0.00	0.74	0.85	1.40	1.61	3.15	3.30	6.92	6.40
	5:3	0.00	0.00	0.20	0.40	0.96	0.90	1.14	2.00	3.17	3.98
	5:5	0.00	0.00	0.37	0.52	0.93	0.91	1.32	1.96	3.85	3.87
	3:3	0.00	0.00	0.27	0.69	1.02	1.36	1.91	2.78	3.90	4.00
	3:5	0.00	0.00	0.39	0.78	0.94	0.93	1.48	2.31	3.80	3.84
Solunum Hızı (mg/CO ₂ /kg/h)	0:21	52.18	57.49	46.61	48.48	45.00	54.51	47.15	46.30	69.79	60.18
	5:3	52.18	57.49	35.49	37.11	38.20	45.76	41.23	48.26	63.52	59.77
	5:5	52.18	57.49	41.63	43.08	42.28	43.41	42.94	46.40	63.39	61.25
	3:3	52.18	57.49	37.17	44.76	39.83	48.21	44.48	47.91	65.10	62.82
	3:5	52.18	57.49	40.09	52.80	43.54	53.62	47.86	53.65	56.60	62.14
(TA) %	0:21	0.46	0.54	0.46	0.55	0.44	0.47	0.39	0.39	0.38	0.35
	5:3	0.46	0.54	0.45	0.56	0.46	0.54	0.42	0.47	0.41	0.45
	5:5	0.46	0.54	0.46	0.56	0.41	0.55	0.39	0.45	0.38	0.45
	3:3	0.46	0.54	0.47	0.56	0.42	0.54	0.40	0.45	0.38	0.43
	3:5	0.46	0.54	0.44	0.55	0.42	0.55	0.40	0.50	0.40	0.44
PH	0:21	4.40	4.34	4.47	4.37	4.55	4.51	4.70	4.59	4.66	4.64
	5:3	4.40	4.34	4.41	4.35	4.46	4.39	4.58	4.43	4.57	4.52
	5:5	4.40	4.34	4.43	4.33	4.50	4.40	4.54	4.40	4.54	4.44
	3:3	4.40	4.34	4.43	4.34	4.55	4.43	4.59	4.45	4.56	4.51
	3:5	4.40	4.34	4.41	4.36	4.49	4.48	4.57	4.51	4.57	4.53
KM (%)	0:21	4.46	4.52	5.40	4.65	5.30	4.61	5.91	4.73	5.70	4.90
	5:3	4.46	4.52	5.12	4.51	5.40	4.54	5.57	4.62	5.64	4.80
	5:5	4.46	4.52	5.12	4.60	5.40	4.70	5.62	4.71	5.64	4.76
	3:3	4.46	4.52	5.13	4.71	5.37	4.76	5.69	4.82	5.64	4.90
	3:5	4.46	4.52	5.26	4.60	5.44	4.60	5.73	4.64	5.65	4.65
Vitamin C (mg/100 g)	0:21	16.64	16.46	18.71	13.63	20.99	17.37	22.03	19.31	20.08	20.15
	5:3	16.64	16.46	17.91	13.60	21.01	16.89	21.94	16.44	21.48	18.26
	5:5	16.64	16.46	19.90	20.49	20.39	17.68	21.66	19.22	23.34	19.93
	3:3	16.64	16.46	19.99	14.35	21.17	19.86	22.15	19.48	23.46	20.30
	3:5	16.64	16.46	18.61	16.61	21.48	16.42	22.46	20.49	22.49	20.67
Karoten (ppm)	0:21	10.96	7.82	15.35	9.13	18.55	10.51	19.99	18.26	27.79	27.79
	5:3	10.96	7.82	11.79	9.90	12.81	14.30	16.58	13.25	19.43	16.24
	5:5	10.96	7.82	13.54	10.51	17.49	13.75	19.29	14.55	20.99	14.99
	3:3	10.96	7.82	14.76	7.45	15.23	11.54	20.13	14.51	24.51	15.93
	3:5	10.96	7.82	15.28	13.66	22.21	14.59	23.97	17.54	25.14	20.74
Likopen (ppm)	0:21	23.12	13.91	27.69	18.23	38.49	25.10	39.15	29.27	41.11	33.16
	5:3	23.12	13.91	23.05	18.28	26.08	20.80	35.25	24.49	38.16	24.14
	5:5	23.12	13.91	24.14	16.74	33.15	19.38	27.17	24.49	35.31	24.14
	3:3	23.12	13.91	21.93	19.79	25.85	19.24	32.29	24.97	34.09	27.25
	3:5	23.12	13.91	26.88	17.23	27.05	20.77	37.06	28.46	36.93	31.80
İnvert Şeker (g/100 gr)	0:21	2.51	2.11	2.62	2.18	2.56	2.26	2.70	2.40	3.19	2.51
	5:3	2.51	2.11	2.55	2.20	2.62	2.23	2.84	2.28	2.93	2.41
	5:5	2.51	2.11	2.52	2.34	2.62	2.26	2.84	2.33	2.96	2.29
	3:3	2.51	2.11	2.43	2.30	2.71	2.30	2.80	2.39	2.91	2.40
	3:5	2.51	2.11	2.63	2.17	2.60	2.35	2.84	2.38	2.96	2.44
Meyve Eti Sertliği (lb)	0:21	5.15	6.50	3.52	5.50	2.92	4.00	2.72	3.25	2.00	2.88
	5:3	5.15	6.50	4.25	6.00	3.52	4.85	3.25	4.12	2.52	3.80
	5:5	5.15	6.50	4.05	5.70	3.37	4.70	3.20	3.90	2.37	3.82
	3:3	5.15	6.50	4.30	5.32	3.25	4.82	3.15	3.64	2.45	3.52
	3:5	5.15	6.50	4.15	5.22	3.10	4.67	3.00	3.60	2.10	3.50

3.4. pH: pH değerinde muhafaza süresinin uzaması ile birlikte, meyvelerin tümünde titre edilebilir asit oranındaki azalışa zıt yönde artışlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Aynı değişim raf ömrü süresince de devam etmiştir. Depolama sonunda en düşük pH değerleri, her iki olum döneminde de 5:5 uygulamasından alınmıştır. En yüksek pH değerleri ise yine olum dönemlerine göre değişmeksizin 0:21 uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge: 2

Pembe ve Kırmızı Olum Dönemine Ait Meyvelerde Uygulama x Muhafaza Süresi İnteraksiyonunun Ağırlık Kaybı Üzerine Etkileri (*)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)	Ağırlık Kaybı (%)	
		Kırmızı	Pembe
0:21	0	0.00 j	0.00 j
	10	0.74 h	0.85 hı
	17	1.40 ef	1.61 g
	24	3.15 c	3.30 c
	24+6	6.92 a	6.40 a
5:3	0	0.00 j	0.00 j
	10	0.20 ı	0.40 a
	17	0.96 gh	0.90 h
	24	1.14 fg	2.00 f
	24+6	3.17 c	3.98 b
5:5	0	0.00 j	0.00 j
	10	0.37 ı	0.52 ı
	17	0.93 h	0.91 g
	24	1.32 ef	1.96 d
	24+6	3.85 b	3.87 b
3:3	0	0.00 j	0.00 j
	10	0.27 ii	0.69 ı
	17	1.02 g	1.36 g
	24	1.91 d	2.78 d
	24+6	3.90 b	4.00 b
3:5	0	0.00 j	0.00 j
	10	0.39 ı	0.78 hı
	17	0.94 gh	0.93 h
	24	1.48 e	2.31 e
	24+6	3.80 b	3.84 b

* Harfler % 1 seviyesinde farklı grupları göstermektedir.

3.5. Suda Eriyebilir Kuru Madde (KM): KM oranlarında her iki olum döneminde de muhafaza süresiyle birlikte önemli artışlar olduğu, aynı artışların raf ömrü süresince de devam ettiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Muhafaza sonunda, en düşük ve en yüksek değerlerin alındığı uygulamalar arasındaki farklılıklar, pembe domateslerde istatistiki olarak önemli bulunurken, kırmızı domateslerde ise önemsiz bulunmuştur.

3.6. Vitamin C: Domateslerin Vit.C miktarında muhafaza süresiyle birlikte bazı artışlar olduğu belirlenmiştir. Raf ömrü sonunda yapılan değerlendirmede ise pembe domateslerde Vit.C miktarı artarken, kırmızı domateslerde azalmıştır. Pembe ve kırmızı domateslerde Vit.C miktarındaki değişime uygulamaların etkilerinin istatistiki açıdan önemli olmadığı, depolama sonunda en yüksek Vit.C miktarının her iki olum döneminde de 3:5 uygulamasından alındığı tespit edilmiştir.

3.7. Karoten: Tüm domateslerin karoten değerleri, gerek muhafaza gerekse raf ömrü süresinin uzamasıyla birlikte önemli artışlar göstermiştir. Muhafaza sonunda en düşük karoten miktarı olum dönemlerine göre değişmeksizin 5:3 uygulamasında saptanmıştır. Pembe domateslerde en düşük ve en yüksek karoten miktarının elde edildiği uygulamalar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunurken, kırmızı domateslerde böyle önemli bir fark belirlenememiştir.

3.8. Likopen: Her iki olum dönemlerine ait meyvelerde muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte likopen değerlerinde önemli artışlar olmuştur. Bu artışlar raf ömrü süresince de devam etmiştir (Çizelge 1). Uygulamaların likopen miktarına etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. Muhafaza sonunda en yüksek likopen değerlerinin belirlendiği uygulama, olum dönemlerine göre değişmeksizin 0:21 uygulaması olmuştur.

Raf ömrü sonunda likopen değeri, pembe ve kırmızı domateslerde, uygulamalara göre değişmeksizin artış gösterirken, en yüksek değer yine 0:21 uygulamasından alınmıştır.

3.9. İnvvert Şeker: Meyvelerin invert şeker kapsamında, gerek muhafaza gerekse raf ömrü süresinin uzamasıyla birlikte önemli artışlar olduğu bulunmuştur (Çizelge 1). Bununla birlikte, zaman içerisinde belirlenen bu önemli artışların, uygulamalar düzeyinde istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

3.10. Meyve Eti Sertliği (MES): Meyvelerin mes değerleri muhafaza ve raf ömrü süresinin uzamasıyla birlikte önemli ölçüde azalış göstermiştir (Çizelge 1). Her iki olum döneminde de, muhafaza ve raf ömrü sonunda en düşük mes değeri 0:21 uygulamasında belirlenmiştir.

3.11. Meyve Kabuk Rengi: Pembe domateslerde gerek muhafaza gerekse raf ömrü sonunda, 0:21 uygulaması pembe rengin korunmasında en az etkili gaz bileşimi olmuştur. Kırmızı domateslerde de, 0:21 uygulaması

hariç diğer uygulamalar meyvenin depolama başlangıcındaki renklerinin önemli değişim olmaksızın korunmasını sağlamıştır (Çizelge 3).

Çizelge: 3

Farklı KA Koşullarında Muhafaza Edilen Domateslerin, Olum Dönemlerine Göre, Meyvelerin Kabuk Renklerinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Belirlenen Değişimler

Olum Dönemi	Süre (gün)					
	Uygulama	0	10	17	24	24+6
Pembe	0:21	OG* 28B	OG 28A	O-RG 30C	O-RG 30A	O-RG 32A
	5:3	OG 28B	OG 28A	O-RG 30C	O-RG 30C	O-RG 30A
	5:5	OG 28B	OG 28A	O-RG 30C	O-RG 30C	O-RG 30C
	3:3	OG 28B	OG 28A	O-RG 30B	O-RG 30A	O-RG 32A
	3:5	OG 28B	OG 28A	O-RG 30B	O-RG 30A	O-RG 32A
Kırmızı	0:21	RG** 44B	RG 44B	RG 45B	RG 45B	RG 45B
	5:3	RG 44B	RG 44B	RG 44A	RG 44A	RG 45B
	5:5	RG 44B	RG 44B	RG 44A	RG 44A	RG 45C
	3:3	RG 44B	RG 44A	RG 44A	RG 44A	RG 45C
	3:5	RG 44B	RG 44B	RG 44B	RG 45A	RG 45A

* OG: Orange Group

** RG: Red Group

Çizelge: 4

Farklı KA Koşullarında Muhafaza Edilen Domateslerin, Olum Dönemlerine Göre, Meyvelerin Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Genel Görünüm-Lezzet Açısından Yapılan Kalite Puanlamaları

Olum Dönemi	Süre (gün)					
	Uygulama	0	10	17	24	24+6
Pembe	0:21	5	4.3	3.6	2.9	2.6
	5:3	5	4.8	4.2	3.2	2.8
	5:5	5	4.6	4.8	3.4	2.6
	3:3	5	4.8	4.4	3.9	3.7
	3:5	5	4.8	4.2	3.7	3.8
Kırmızı	0:21	5	4.4	3.8	2.2	1.2
	5:3	5	4.9	4.1	3.8	2.4
	5:5	5	4.7	4.2	3.7	2.2
	3:3	5	4.6	3.4	2.7	1.4
	3:5	5	4.7	3.2	2.8	1.4

3.12. Genel Görünüm-Lezzet: Depolamanın 10. günü sonunda önemli farklar olmamakla birlikte 0:21 uygulaması, her iki olum döneminde de, diğer KA uygulamalarına göre, en düşük genel görünüm-lezzet değerini vermiştir. Bundan 1 hafta sonra ise uygulamalar arası kalite farklılıkları belirginleşmeye başlamıştır. Muhafaza sonunda, en yüksek genel görünüm-lezzet puanı, pembe domateslerde 3:3 ve 3:5, kırmızı domateslerde ise 5:3 uygulamalarından alınmıştır. En düşük puanı ise 0:21 uygulaması vermiştir. Benzer sonuçlar raf ömrü sonunda da belirlenmiştir (Çizelge 4).

TARTIŞMA

Ryall ve Lipton (1979)'a göre; klimakterik bir ürün olan domates, sahip olduğu solunum hızı ile "orta" solunum hızı gösteren ürünler grubuna dahil edilmektedir. Yüksek ortam sıcaklıklarında yüksek olan solunum hızı, ürünün muhafazaya alınmasıyla önemli ölçüde yavaşlatılmakla birlikte, ortam havasının bileşimi de kayıpları belirleyen etmenler arasındadır. Çalışmamızdaki bileşimler içinde solunum hızının yavaşlatılması üzerine % 5 CO₂ : % 3 O₂ ve % 5 CO₂ : % 5 O₂ bileşimleri en etkili uygulama olmuştur. Solunum hızının en yüksek olduğu uygulama ise 0:21 (kontrol) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, farklı KA koşullarında domatesin solunum hızında düşüşü belirleyen Pal ve Buescher (1993) ile Yang ve Chinnan (1988)'in sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda raf ömrü sonunda kontrolde % 6-7 olan ağırlık kaybı, KA uygulamalarında % 3-4 dolaylarında kalmıştır. Benzer sonuçlar Kaynaş ve ark. (1995) tarafından da elde edilmiştir. Bu araştırmacılar, 70 gün süreyle muhafazaya aldıkları domates meyvelerinde KA'de muhafaza ile ağırlık kayıpları, NA ve MA'e göre önemli ölçüde azaltılarak ekonomik değer artışı sağlandığını belirlemişlerdir.

Çalışmamızdaki KA uygulamalarının meyvelerde titre edilebilir asit miktarındaki azalışı yavaşlatması, Vidigal ve ark. (1979)'nın sonuçları ile benzerdir. Bunun yanında, yaptığımız çalışmada, meyvelerin pH miktarında muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte, titre edilebilir asit miktarındaki azalışa zıt yönde artışlar görülmüştür. pH miktarındaki artış üzerine KA yavaşlatıcı etki gösterirken, aynı etki kontrolde belirlenmemiştir. Sonuçlar, farklı KA uygulamalarının kontrole göre pH miktarındaki artışı azalttığını belirleyen Bhowmik ve Pan (1992) ile paraleldir.

Yaptığımız çalışmada, seçilen tüm KA uygulamaları kontrole göre, KM miktarındaki artışı azaltarak daha olumlu sonuçlar vermiştir. Kaynaş ve ark. (1995) ile Vidigal ve ark. (1979) tarafından da benzer sonuçlar alınmıştır. Araştırmacılar çalışmalarında, başta NA olmak üzere KA uygulamalarında da, meyvelerdeki KM miktarının muhafaza süresinin

uzamasıyla birlikte arttığını, ancak KA uygulamalarının bu artışı yavaşlattığını saptamışlardır.

Domates meyvelerinin olgunluk dönemi, meyvelerdeki Vit.C miktarını etkileyen en önemli faktördür. Meyvelerin kırmızı renge sahip olduğu dönem, domateslerde Vit.C miktarının en yüksek olduğu dönem olmakla birlikte, depolama, işleme ve uzak mesafelere taşıma imkanının eldesi için domatesler daha erken olum dönemlerinde hasat edilir. Çalışmamızda, muhafaza süresince belirlenen Vit.C artışları üzerine, KA uygulamaları kontrole göre olgunluktaki ilerlemeyi yavaşlatarak, azaltma yönünde etkili olmuştur. Sonuçlar Vidigal ve ark (1985) ile Kaynaş ve ark. (1995)'in bulgularıyla paralellik göstermiştir.

Domateslerde olgunlaşmanın en önemli belirtilerinden biri olan renk başta gelen kalite kriterleri arasında yer alır. Goodenough ve Thomas (1980), çalışmalarında tüm KA bileşimlerinin, yeşil, sarı, pembe ve açık kırmızı olum dönemlerinde hasat edilmiş domateslerde klorofil kaybı ile likopen ve karoten oluşumunu baskı altında tutarak olgunluğu yavaşlattığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda da, tüm KA uygulamaları, pembe ve kırmızı domateslerdeki karoten ve likopen oluşumunu yavaşlatarak meyvelerin muhafaza başlangıcındaki renklerini korumasını sağlamıştır.

Weichmann (1987) birçok üründe olduğu gibi domateslerde de, ortamdaki O₂'nin düşürülerek, CO₂'in artırılması sonucunda, meyvelerde şeker oluşumunun baskı altına alındığını belirlemiştir. Çalışmamızda da KA uygulamalarındaki artış kontroldeki kadar belirgin olmamıştır. Bu durum, KA koşullarında olgunluktaki ilerlemenin baskı altında tutulmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

Olgunluğun ilerlemesiyle birlikte, domates meyvelerinde görülen yumuşama Salunkhe ve Desai (1984)'e göre pektinesteraz ve poliglakturonaz gibi pektik enzimlerin aktivitesindeki artış nedeniyledir. Çalışmamızdaki KA uygulamalarının tümü kontrole göre, her iki olum dönemindeki meyvelerde muhafaza ve raf ömrü süresince sertlik değeri azalışını önemli ölçüde yavaşlatmışlardır. Bu durum Kaynaş ve ark. (1995) tarafından yapılan çalışma sonucunda, KA uygulamaları kontrol ile karşılaştırıldığında, depolama süresince pektin miktarındaki azalmayı, dolayısıyla meyve yumuşamasını önemli ölçüde yavaşlatmıştır şeklinde belirtilmiştir.

8°C sıcaklık ve % 90-95 n.n. koşullarında yaptığımız çalışma sonucunda; pembe ve kırmızı olum dönemi domateslerinde seçilen KA uygulamaları ile meyve kalitesinin kontrole göre çok daha iyi korunarak, 24 gün depolanabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1966. RHS Colour Chart The Royal Horticultural Society, London.
- Anonymous, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Gıda İşleri Gen. Md. Genel Yay. No : 65, Özel Yay. No: 62-105. Ankara, 796s.
- Anonymous, 1993. Tarımsal Yapı ve Üretim. T.C. Başbakanlık Devlet İstat. Enst., 403 s.
- Almasi, E., Saray, T. 1978. Storage of Tomato-Shaped paprika in Controlled Atmospheres International Congress of Food Science and Technology Abst., p135.
- Anderson, R., Parsons, C.S. 1971. Controlled Atmospheres Extend The Storage Life of Mature-Green Tomatoes. Proceedings of The International Congress of Refrigeration (13th), Washington.
- Basel, R.M. 1981. Acidified and Controlled Atmosphere Bulk Storage of Horticultural Food Commodities. Dissertation Abstracts International-B. 42(2), p151.
- Bhowmik, S.R., Pan, J.C. 1992. Shelf Life of Mature-Green Tomatoes Stored in Controlled Atmosphere and High Humidity. Journal of Food Science, 57(4): 948-953.
- Bilişli, A. 1976. Bazı Çilek Çeşitlerinin Derin Dondurmaya Elverişliliği Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Yalova, 88s.
- Cemeroğlu, B. 1976. Reçel, Marmelat, Jöle Üretim Teknolojisi ve Analiz Metotları (Bursa). Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Ens. Yay. No: 5, 95s.
- Dokuzoğuz, M. 1960. Meyve ve Sebzelerde Hasat-Tasnif-Ambalaj-Muhafaza-Nakil (Ege Üniv. Ziraat Fak.). Yay. No : 10, 137s.
- Eaves, C.A., Lockhart, C.L. 1961. Storage of Tomatoes in Artificial Atmospheres Using The Calcium Hydroxide Adsorption Method. J. Hort. Sci., 36: 85-91.
- Goodenough, P.W., Thomas, T.H. 1980. Comparative Physiology of Field Grown Tomatoes During Ripening on The Plant or Retarded Ripening in Controlled Atmosphere. Annuals of Applied Biology, 94 (3): 445-455.
- Isenberg, F.M.R. 1979. Controlled Atmosphere Storage of Vegetables (Ed: Jules Janick, In: Hort. Rew. Vol:1, The Avı Publishing Company INC. Westport, Connecticut, Florida, 380-387.

- Kaynaş, K., Özelkök, İ.S., Sürmeli, N.1995. Domates Meyvesinin Kontrollü ve Modifiye Atmosferde Depolanması Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 2. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 2, Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana. 82-85.
- Kılıç, O., Çopur, U., Görtay, Ş. 1991. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Uygulama Kılavuzu. U.Ü. Ziraat Fak. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Böl. Ders Notu No : 7, Bursa, 143s.
- Morris, L.L., Mansfield, D., Strand, L. 1982. The Role of CA, Including CO₂, in Prolonging The Storage Life of Tomatoes.Symposium. Series, Oregon State University.School of Agriculturae No:1,285-287.
- Pal, R.K., Buescher, R.W. 1993. Respiration and Ethylene Evolution of Certain Fruits and Vegetables. Journal of Food Science and Technology, India; 30 (1): 29-32.
- Parsons, C.S., Penney, R.W. 1970. Storage of Mature-Green Tomatoes in Controlled Atmospheres. J.American Society for Hort. Science; 95 (6): 791-794.
- Pearson, D. 1970. The Chan Analyst of Fods. Am Chill, London, p233.
- Ryall, A.L., Lipton W.J. 1979. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. AVI Publishing Company, Vol:1, INC., Westport, Connecticut, p 587.
- Salunkhe, D.K., Wu, M.T. 1973. Effect of Low Oxygen Atmosphere Storage on Ripening and Associated Biochemical Changes in Tomato Fruits. V. Amer. Soc. Hort. Vci. 98: 12-14.
- Salunkhe, D.K., Desai, B.B. 1984. Postharvest Biotechnology of Vegetables.Vol.2, CRC Pres, INC. Florida, p194.
- Vidigal, J.C., Sigrist, J., Figueiredo, I.B., Medina, J. 1979. Cold Storage and Controlled Atmosphere Storage of Tomatoes. Boletim do Technologia de Alimentos,Brazil, 16 (4): 421-442.
- Volkind, I.L., Shumatov, C.F. 1972. Storage of Fresh Vegetables in Controlled Atmosphere Konservnaya-i- Ovoshchesushilnaya-Promyshlennast No.11: 20-21.
- Weichmann, J. 1987. Postharvest Phsiology of Vegetables. Marcel Dekker Inc. 270, Medison. Evenue, New York, p597
- Yang, C.C., Chinnan, M.S. 1988. Modelling of Colour Development of Tomatoes in Modified Atmosphere Storage Transactions of the ASEA, 30 (2): 548-553.