

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI YÜZEY KAPLAMA VE AMBALAJLAMANIN BROKOLİDE
YAŞLANMA ÜZERİNE ETKİLERİ

Şule ATALAY

Danışman: Prof. Dr. Nilgün HALLORAN

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2006

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HASAT SONRASI YÜZEY KAPLAMA VE AMBALAJLAMANNIN BROKOLİDE YAŞLANMA ÜZERİNE ETKİLERİ

Şule ATALAY

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Nilgün HALLORAN

Yürütölen çalışmada pektin uygulamasının ve ambalajlamanın brokolinin muhafaza süresine ve muhafaza sırasındaki kalite kayıplarına olan etkisi incelenmiştir. Denemede pektin uygulaması ve ambalajlama olarak 4 grup uygulama gerçekleştirilmiş, talar 2°C’de %90-95 oransal nem koşullarında 5 hafta süreyle muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza periyodu sırasında birer haftalık aralıklarla solunum şiddeti, dışsal etilen miktarı, ağırlık kaybı, ta rengi, klorofil a ve b miktarı, patolojik kayıplar ve duyusal kalitede oluşun değişimler belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, pektin uygulamalarının ve ambalajlamanın hasat sonrası brokoli taçlarının muhafaza ömürlerinin uzamasına olanak sağladığı ve brokoli için 2°C sıcaklık, %90-95 oransal nemde, pektin uygulandıktan sonra konulan delikli polietilen ambalaj uygulaması olduğunu ve bu ortamda brokolilerin 5 hafta süreyle muhafaza edilebileceğini ortaya koymuştur.

2006, 20 sayfa

Anahtar Kelimeler: Brokoli, pektin, soğukta muhafaza, kalite

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF SURFACE COATING AND PACKING ON SENESCENCE OF BROCCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) AFTER HARVEST

Şule ATALAY

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Nilgün HALLORAN

The experiment was carried out to investigate the effects of pectin treatment and packing material on storage life and loss of quality of broccoli. 4 different treatments was conducted and florets were stored in cold storage set at 2 °C and 90-95% RH for 5 weeks. Weight loss, floret colour changes, respiration rate, ethylene amount, chlorophyl a and b amount, loss due to pathologic enfections and changes in sensory quality was evaluated at weekly intervals during storage period. The results of the experiements showed that pectin treatment and packing materials were obtained to extend storage life of broccoli florets and suitable conditions of broccoli storage is 10 ppm pectin treatment and packing in 2°C temperature and 90-95% RH. Broccoli can be stored up to five weeks under those conditions.

2006, 20 pages

Key Words: Broccoli, pectin, cold storage, quality

TEŞEKKÜR

Pektin uygulamasının ve ambalajlamanın brokolinin muhafaza süresine ve muhafaza sırasındaki kalite kayıplarına olan etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışma, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ayaş Bahçe Kùltürleri Araştırma ve Uygulama Bahçesinde yetiştirilen brokolilerle, A.Ü.Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuarında yapılan analizlerle gerçekleştirilmiştir.

Bana araştırma olanağı sağlayan ve çalışmamın her safhasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam, Sayın Prof.Dr. Nilgün HALLORAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)' a, yardımlarını gördüğüm ve manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim Sayın Araş.Gör. Evran DOĞAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi) ve değerli meslektaşım Zir. Müh. Erdoğan KILIÇ' a, Sayın Araş.Gör. Şeyda ÇAVUŐOĞLU (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)' na, brokolilerin yetiştiriciliğı aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Araş.Gör. Eda AYANOĞLU (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)'na teşekkürlerimi sunarım.

Şule ATALAY

Ankara, Mart 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	6
3.1 Materyal.....	6
3.2 Yöntem.....	6
3.2.1 Ağırlık kaybı	6
3.2.2 Taç renginde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi.....	7
3.2.3 Klorofil miktarının belirlenmesi.....	7
3.2.4 Solunum şiddetinin ölçümü.....	7
3.2.5 Dışsal etilen miktarının ölçümü.....	8
3.2.6 Duyusal kalitede meydana gelen değişimler ve patolojik kayıplar.....	8
3.3 Değerlendirme.....	8
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	9
4.1 Ağırlık Kaybı.....	9
4.2 Taç Rengi.....	10
4.3 Klorofil a-b.....	12
4.4 Solunum Şiddeti.....	14
4.5 Dışsal Etilen Miktarı.....	15
4.6 Patolojik Kayıplar ve Duyusal Kalitede Oluşan Değişimler.....	18
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	19
KAYNAKLAR.....	20
ÖZGEÇMİŞ.....	22

SİMGELER DİZİNİ

ACC oxidase	1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid
RNA	Ribonükleik Asit
KA	Kontrollü Atmosfer
Fe	Demir
MAP	Modifiye Atmosfer
PE	Polietilen
PP	Polipropilen
PVC	Polivinilklorit
KA	Kontrol
PA	Pektin Uygulanan Örnekler
KPE	Pektin Uygulanan Ambalajsız Örnekler
PPE	Pektin Uygulanan Ambalajlı Örnekler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında ağırlık kaybında meydana gelen değişimler.....	9
Şekil 4.2 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında taç renginde meydana gelen değişimler.....	10
Şekil 4.3 Depolama başlangıcında ve son haftasında brokolinin taç renginde meydana gelen değişimler.....	11
Şekil 4.4 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında Klorofil a miktarında meydana gelen değişimler.....	12
Şekil 4.5 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında Klorofil b miktarında meydana gelen değişimler.....	12
Şekil 4.6 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında solunum şiddetinde meydana gelen değişimler.....	14
Şekil 4.7 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında dışsal etilen miktarında meydana gelen değişimler.....	15
Şekil 4.8 Depolama başlangıcında ve son haftasında brokolinin duyusal kalitesinde gözlenen değişimler.....	17

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Brokkoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında ağırlık kaybı, taç rengi, klorofil a ve klorofil b miktarında oluşan değişimler.....	13
Çizelge 4.2 Brokkoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında solunum şiddeti ve dışsal etilen miktarında oluşan değişimler.....	16

1.GİRİŞ

Brokoli taları, iek tomurcukları açılmadan hasat edilmekte ve hasattan sonra hızla yaşlanmaktadır. Yaşlanma hızı; hasat sırasında iek tomurcuklarının olgunluğuna, depolama sıcaklığına, atmosfer bileşimine ve depolama süresine bağlıdır (Lipton and Haris 1974). Brokoli için önerilen depolama koşulu 0-1°C sıcaklık ve %95 nemdir (Makhlouf *et al.* 1989).

Brokolide yaşlanmanın en önemli belirtisi klorofil kaybına bağlı olarak iek tomurcuklarının sararmasıdır. Kato *et al.* (2002) bunun, dokuda artan etilen üretimi ile ilişkili olabileceğini belirtmiştir.

Yenilebilir kaplamalarla yaratılan modifiye atmosfer, klorofilin parçalanmasını ve karotenoid sentezini yani üründeki renk gelişimini geciktirmektedir. Yenilebilir kaplamaların en büyük olumsuzluğu; ürünün anaerobik solunum yapmasına neden olabilmeleridir. Bazı rnlerin çevresindeki atmosferde karbondioksitin fazla olması, anaerobik solunumun başlamasına, üründe etanol birikmesine ve sonuçta istenmeyen tat ve aroma oluşumuna neden olmaktadır.

Hasattan sonra hızla yaşlanan sebze türlerinde yaşlanmayı geciktirmenin bir yolu pektin uygulamalarıdır. Yapılan alışmalar bunun, içsel hormon dengesinin pektin tarafından etkilenmesi sureti ile başarılıbildeğini ortaya koymuştur. Araştırma bulgularına göre pektin uygulamalarının ve ambalajlamanın hasat sonrası brokoli taçlarının muhafaza ömürlerinin uzamasına olanak sağladığı ve uygulama gruplarına göre değişmekle birlikte pektin uygulaması yapıldıktan sonra ambalajlanarak muhafaza edilen talarda renk kaybı ve ağırlık kaybının daha az olduğu, duyuşal kalite değerlendirmesi ve patolojik kayıplar açısından en uzun süre dayanan grubu oluşturduğu tespit edilmiştir.

Pektin ile yapılan kaplamalar, ürüne oksijenin girişini sınırlandırmakta ve ürünün üzerinde bir su tabakası oluşturarak su kaybını azaltmakta ve ürünün işleme özelliklerini ve görünümünü geliştirmektedir (Anonim 2001). Pektin gibi yenilebilir kaplamalar, ürünlerin içsel ve dışsal kalite özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Oksidasyon ve

su kaybını azaltarak; renk, tat, aroma ve tekstürde olabilecek istenmeyen değişimleri önlemekte, taze ürünün olgunlaşmasını ve yaşlanmasını geciktirmektedir (Baldwin 1999). Bütün bunları, değişik geçirgenlik özellikleri sayesinde gerçekleştirdikleri için, bunlara akıllı ambalajlar da denmektedir. Değişik kombinasyonlarda sınırsız şekilde kullanım imkanına sahiptirler. Fiyat olarak, polietilen ve polipropilen kaplamalardan 10- 50 kat daha yüksek olmasına rağmen, yenilebilir kaplamaların geliştirilmesi için çalışılmaktadır.

Brokoli kalitesini korumada paketlenme materyallerinin önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda paketlenme materyalleri tiplerinin etkilerinin de daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Vitamin ve antikanserojen nitelikte maddeler içeren brokoli, özellikle oda sıcaklığı ve hasat sırasında yapısının olgunlaşmamasına bağlı olduğu kadar genetik mekanizmaların etkilediği fizyolojik faktörlere de bağlı olarak kısa bir taze ömre sahiptir. Klorofil parçalanması ile meydana gelen sararma, çiçek tomurcuklarının açılması, istenmeyen koku oluşumu, besin maddesi değerlerinde azalma ve peroksidaz aktivitesinde artış gibi değişimler görülür. Soğukta depolama ve MAP, taze ömrü uzatan ve yaşlanmayı geciktirmek amacı ile kullanılan tekniklerdir. Bu teknikler, solunum oranının kontrolünde, klorofil ve vitamin C düzeyinin korunmasında ve CO₂'nin artıp, O₂'nin azalmasında etkili olduğu bilinmektedir.

Planlanan tez çalışmasının amacı; pektin uygulamasının ve ambalajlamanın brokoli taçlarında muhafaza ömrü ve kalitesine etkisinin belirlenmesi ve yaşlanmayı engelleme düzeylerinin saptanmasıdır. Bu amaçla hasattan hemen sonra brokolilere pektin uygulanacak ve ambalajlama yapılacaktır. Ambalajlama materyali olarak delikli polietilen poşetler kullanılacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Lipton and Haris (1974), yaşlanma hızının, hasat sırasında çiçek tomurcuklarının olgunluğuna, depolama sıcaklığına, atmosfer bileşimine ve depolama süresine bağlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Brecht (1980)'e göre modifiye atmosfer, solunumu yavaşlatmak suretiyle ürünlerin taze ömrünü uzatmak amacı taşımaktadır. Duyusal kalitede değişimleri ve bozulmaları da geciktirir. Wills *et al.* (1989) , solunum gazlarının (CO₂ ve O₂) konsantrasyonundaki değişimin depo ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir. Brokoliler, 0-5 °C'de % 1-2 O₂ ve % 5-10 CO₂ içeren atmosfer koşullarında uzun süre depolanabilir. Ancak yüksek CO₂ brokolide yaşlanmayı önemli ölçüde geciktirirken, düzeyine bağlı olarak anaerobik solunuma da yol açabilmektedir. Anaerobik solunumla brokolide hızla sülfür içeren uçucu bileşikler üretilmekte bu da istenmeyen yönde koku oluşumuna yol açmaktadır.

Brokoli çiçek tomurcuğundaki yaşlanma içsel etilen ile ilişkilidir (Malkhlouf *et al.* 1989, Tian *et al.* 1994, Kasai *et al.* 1996, Ku and Wills 1999).

Yüzey kaplama meyve yüzeyindeki gaz difüzyonuna direnci artırabilir, içsel atmosfer bileşimini değiştirir ve solunum oranı ve transpirasyonu azaltır (Banks *et al.* 1993).

Hyoda *et al.* (1994), etilen üretimi ve ACC oksidaz aktivitesinin brokolinin çiçek tomurcuklarında ve yaşlanmada etkisini araştırmışlardır. KA' da 20°C'de muhafaza sırasında yaşlanma ile etilen üretimi artmış ve allyl isothiacyanota ile yaşlanma önemli ölçüde engellenmiştir. ACC oksidaz aktivitesi ise yaşlanma sırasında hızlı bir artıştan sonra azalmıştır, demir (Fe), HCO₃ (CO₂) ve askorbit gibi maddeler tarafından bu enzimin aktivitesi engellenebilmiştir.

Kaplamanın renk ve solunum üzerine etkisinin etilenle bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür (Baldwin 1994).

Taze hasat edilen ürünlerin gözle görülen bozulma semptomları su kaybından dolayı yumuşama, renk değişimi, mikrobiyal faaliyetlerdir (King and Bolin 1989, Varoquaux and Wiley 1994) (Brecht 1995).

Hasat sonrası çiçek tomurcuklarının yaşlanması üzerine etilen üretimindeki artış ile ACC oksidaz aktivitesindeki artışın arasında paralellik olduğu tespit edilmiştir (Kasai *et al.* 1996).

Kasai *et al.* (1996), 20°C’de depolanan Brokolilerde etilen üretim oranının ve klorofil parçalanması ile meydana gelen sararmanın eş zamanlı olarak gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Solunum hızındaki değişim ambalaj dizaynında önemli bir faktördür. Brash and Liu (1996)’nın yapmış olduğu çalışmada solunum değerindeki değişimin kullanılan brokoli taçlarının hasat tarihine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Brokoliler ilkbahar ve erken yaz dönemi süresince haftalık aralıklarla (toplam 12 hafta) hasat edilmiştir. Solunum hızı 24 saat sonra 20°C’de ölçülmüştür. Brokoli taçlarında solunum aktivitesinin %82-87’si sap kısmında oluşmuştur. Bütün taçın solunum hızı 24 saat sonra 20°C’de önemli derecede değişim göstermiş (204-307 mg CO₂/kg/hr) ve daha sonra da azalmıştır.

Jacobsson *et al.* (1999)’nın üç farklı ticari polimerik film üzerine yapmış olduğu çalışmada ambalajlamanın taze brokolinin duyuşal özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Polimer materyaller etileni absorbe edici özelliğe sahip olan polipropilen, polivinilklorid ve polietilenden elde edilmiştir. Taze brokoliler 10°C’de 1 hafta ve 4°C’de 3 gün ile devamında 10°C’de 4 gün olmak üzere 2 şekilde depolanmıştır. Paket içerisindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları depolama süresince kaydedilmiştir. En uzun depolama ömrü polipropilenle paketlenme ile sağlanmıştır. Polivinilkloridle paketlenenler ise diğerlerine göre daha hızlı bozulmuştur. Depolama sonrasında brokoliler duyuşal analizlere (koku, tat, yapı ve görüntü) göre değerlendirilmiştir. Farklı paketlenme materyalleri ile depolanan brokoli örneklerinin pişirilmesi durumunda, koku ve tat bakımından önemli farklılıklar saptanmıştır. Çiğ brokoliler arasında ise farklılık saptanmamıştır. Çalışma sonucunda brokoli duyuşal kalitesinin kullanılan

paketleme materyalleri ve depo sıcaklığı gibi depolama koşullarından çok fazla etkilendiği ortaya konmuştur.

Page *et al.* (2001)'ın yapmış olduğu çalışmada, hasat sonrası iki farklı sıcaklıkta depolanan brokoli taçlarında moleküler ve biyokimyasal değişimler gözlenmiştir. Sonuç olarak da daha soğuk koşullarda depolamanın biyokimyasal değişimlerde ve gen ekspresyon seviyesinde yaşlanma semptomlarını geciktirdiği belirlenmiştir. Hasat edilen dokularda Biyokimyasal bileşiklerdeki (yağ, protein ve klorofil) ve gen ekspresyonundaki değişim görsel yaşlanma belirtileri ortaya çıkmadan önce meydana geldiği belirlenmiştir.

Kato *et al.* (2002), brokolide yaşlanmanın en önemli belirtisi olan klorofil kaybına bağlı olarak çiçek tomurcuklarının sararmasının, dokuda artan etilen üretimi ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Soğukta depolama ve MAP gibi teknikler, solunum oranının kontrolünde, klorofil ve vitamin C düzeyinin korunmasında ve CO₂'in artıp, O₂'nin azalmasında etkili olduğu bilinmektedir (Carvalho *et al.* 2004).

Carvalho and Clemente (2004) tarafından yürütülen benzer bir çalışmada, ambalajlı örneklerle kontroller arasında karakteristik farklılıklar ortaya çıkmıştır. En yüksek ağırlık kaybı su kaybına bağlı olarak kontrol örneklerinde görülmüştür. Kontrollerde depolamanın ilk üç günü boyunca ağırlık kaybı ürün ve atmosfer arasındaki su miktarındaki azalmaya bağlı olarak daha fazla olmuştur. Ambalaj uygulamalarında ise ağırlık kaybı düşük kalmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Denemelerde A.Ü. Ziraat Fakültesi Ayaş Bahçe Kùltürleri Araştırma ve Uygulama Bahçesinde yetiştirilmiş olan Greenpeach F1 brokoli çeşidine ait taçlar kullanılmıştır. Hasat, tomurcukların kapalı olduğu dönemde yapılmış, yapraklar temizlendikten sonra 150-300 gram ağırlığındaki taçlar deneme materyali olarak kullanılmıştır. Hasat sonrası analiz ve ölçümler ise A.Ü.Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Hasat Sonrası Fiziyojisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.2 Yöntem

Denemede hasat edilen taçlar 4 gruba ayrılmıştır. Bu gruplardan birincisinde taçlar doğrudan kasalar içerisine yerleştirilmiş (KA) ve kontrol olarak değerlendirilmiş, ikinci grupta taçlar delikli polietilen poşetlere konularak (KPE), üçüncü grupta taçlar depoya alınmadan önce 10 ppm'lik ticari pektin uygulamasına tabi tutularak (PA) ve dördüncü grupta 10 ppm'lik ticari pektin uygulamasına tabi tutulan taçlar delikli polietilen poşetlere konularak (PPE) plastik kasalar içerisinde 2°C'de %90-95 oransal nem koşullarında 5 hafta süreyle muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza süresi başlangıcında ve birer hafta aralıklarla solunum şiddeti, dışsal etilen miktarı, ağırlık kaybı, taç rengi ve klorofil miktarı, patolojik kayıplar ve duyusal kalitede oluşan değişimler belirlenmiştir.

3.2.1 Ağırlık kaybı

Brokoli taçlarında depolama süresince meydana gelen ağırlık kayıplarının tespiti için, bu amaçla ayrılan 4 gruba ait örnekler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde üç taç olacak şekilde plastik kasalar içine yerleştirilmek suretiyle 5 hafta süresince muhafaza edilmişlerdir ve muhafaza süresince haftalık aralıklarla ağırlık ölçümleri yapılarak sonuçlar % olarak verilmiştir.

3.2.2 Taç renginde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi

Brokoli taçlarının renginde muhafaza süresince meydana gelen değişimler CR 200 Minolta marka renk ölçerle CIE L* a* b* renk düzleminde 3 paralelli olarak belirlenmiştir. Bu amaçla her bir brokoli tacında 9 farklı noktadan ölçüm yapılmış ve ölçümler değerlendirilmiştir.

3.2.3 Klorofil miktarının belirlenmesi

Depolama süresince taçlardaki klorofil a ve b miktarındaki değişimler Lichtenthaler *et al.* (1983) tarafından belirlenen yöntemle göre saptanmıştır. Bu amaçla 0,25 g taze doku örneği alınmış ve % 80'lik 10 ml aseton ile homojenizatörde parçalandıktan sonra % 80'lik aseton ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Bu örnekler spektrofotometre cihazında 663 nm ve 665 nm dalga boylarında okunmuştur. Elde edilen bu değerler klorofil a ve klorofil b için mg/g cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil a (mg/g)} = (12,7 \times D_{663}) - (2,69 \times D_{645}) \times \frac{V}{W \times 1000}$$

V----- Ekstrakt Hacmi

$$\text{Klorofil b (mg/g)} = (22,91 \times D_{645}) - (4,68 \times D_{663}) \times \frac{V}{W \times 1000}$$

W----- Bitki Ağırlığı

3.2.4 Solunum şiddetinin ölçümü

Brokoli taçlarında depolama sırasında solunum şiddetinde oluşan değişimler kapalı atmosfer yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla her analiz tarihinde depodan alınan örnekler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 taç olacak şekilde 10 L'lik kapalı kavanozlar içinde 5 saat bekletilmiş ve taçların ortama verdiği CO₂ miktarı Serwomex marka CO₂ analizatörü ile okunmuştur. Taçların solunum şiddeti değerleri ağırlık ve hacim değerlerinin de kullanımı ile mlCO₂/kg.h olarak hesaplanmıştır.

3.2.5 Dışsal etilen miktarının ölçümü

Depodan alınan örnekler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 taç olacak şekilde 10 l'lik kapalı kavanozlar içerisine konularak 1 saat süreyle 2°C'de %90-95 oransal nem koşullarında bekletilmiş ve taçların ortama verdiği dışsal etilen miktarı Thermoquest marka gaz kromatografisi cihazında dedektör sıcaklığı 120°C, kolon ve enjeksiyon sıcaklığı 100°C olarak ayarlanan aktive edilmiş Aliminyum oksit (80/100 mesh) ile doldurulmuş 0.9-1.0 m uzunluğundaki kolonda yapılan okumalar ile belirlenmiştir. Yapılan okumalar sonucunda etilen değerlerinin çok düşük düzeyde olması nedeniyle istatistiksel analiz yapılabilmesi için değerler x1000 olarak hesaplanmış ve sunulmuştur.

3.2.6 Patolojik kayıplar ve duyuşsal kalitede meydana gelen değışimler

Brokoli taçları 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 taç olacak şekilde plastik kasalar içerisine yerleştirilmiş ve 2°C'de %90-95 oransal nem koşullarında 5 hafta süreyle muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza süresi başlangıcında ve birer hafta aralıklarla yapılan gözlemlerle, pörsüme ve sararma gibi değışimlerin ve patolojik kayıpların meydana gelip gelmediğı veya değışimlerin ne düzeyde olduğı tespit edilmiş ve tekerrürler arasında duyuşsal kalite açısından meydana gelen farklılıklar değerlendirilmiştir.

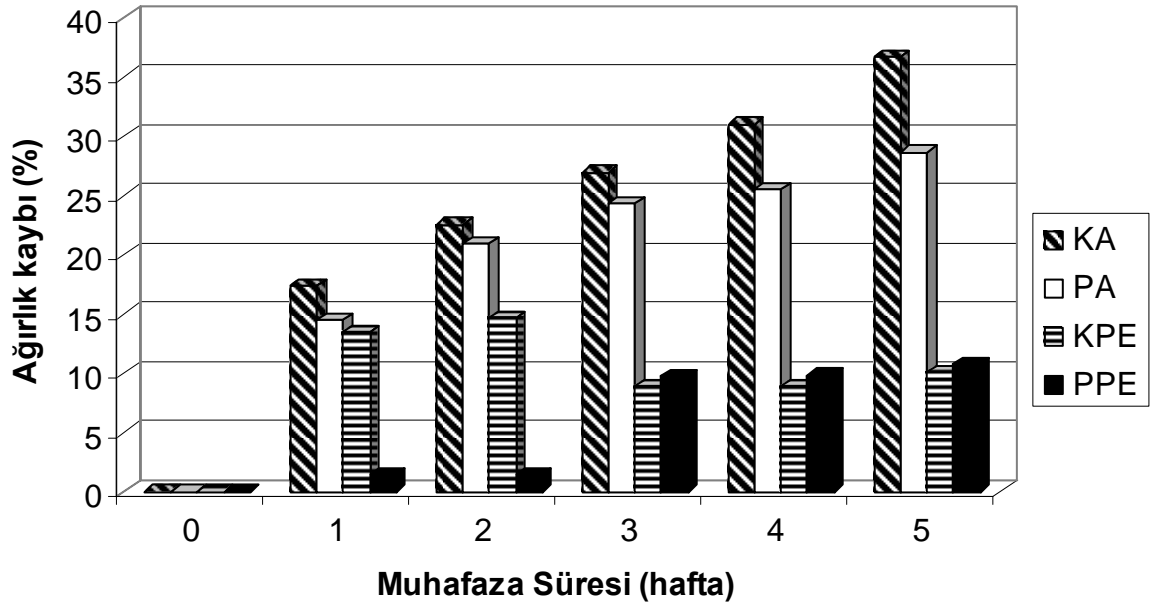
3.3 Değerlendirme

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yukarıda belirtilen kalite parametrelerinin incelenmesi sırasında her tekerrürde 3 adet taç kullanılmıştır. Araştırma sonunda elde edilen bulgularda analiz dönemleri x pektin ve ambalajlama uygulamaları interaksiyonları $p \leq 0.05$ düzeyinde Minitab paket programında (MINITAB Inc. 814-238-3280 WS 112102553) değerlendirilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar MSTAT-C programında ($p = 0.05$) Duncan testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Ağırlık Kaybı

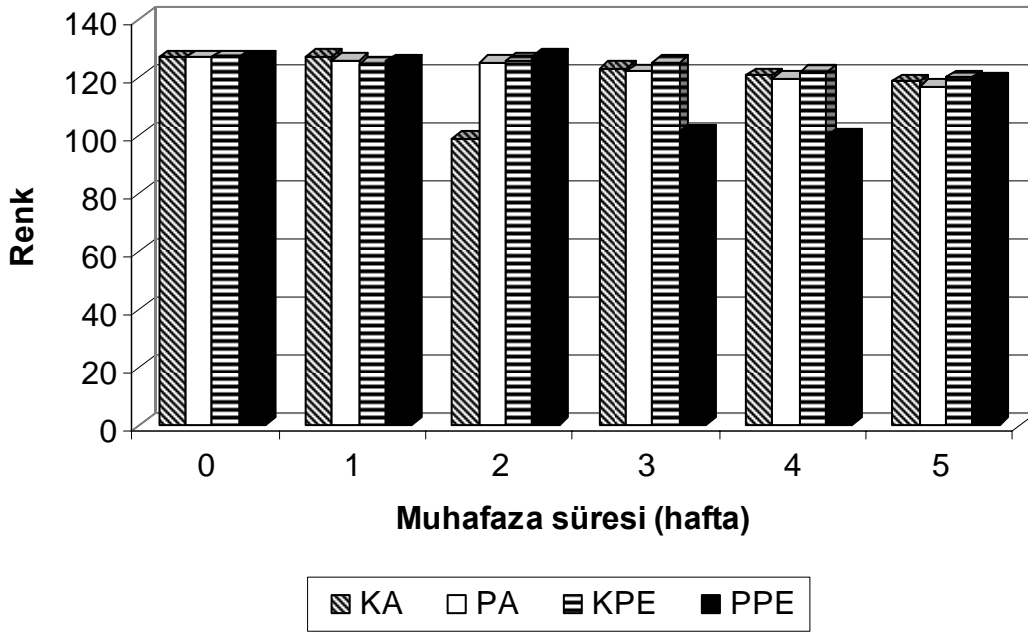
Farklı materyallerle ambalajlanan brokolilerde muhafaza süresince oluşan kalite değişimleri Çizelge 3,1'de verilmiştir. Muhafazanın 2. haftasından itibaren bütün uygulamalarda ağırlık kaybının arttığı, 5 haftalık muhafaza süresince ambalajsız örneklerde ağırlık kaybının %14.50-%36.70 arasında değiştiği, ambalajlı örneklerde ise %1.44-%14.63 arasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). En az ağırlık kaybı %8.77 ile PPE, en fazla ağırlık kaybı % 22.43 ile KA uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Muhafaza süresince hem kaplama materyalleri arasında hem de muhafaza dönemleri arasında ağırlık kaybı açısından istatistiksel olarak önemli bir farkın olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).



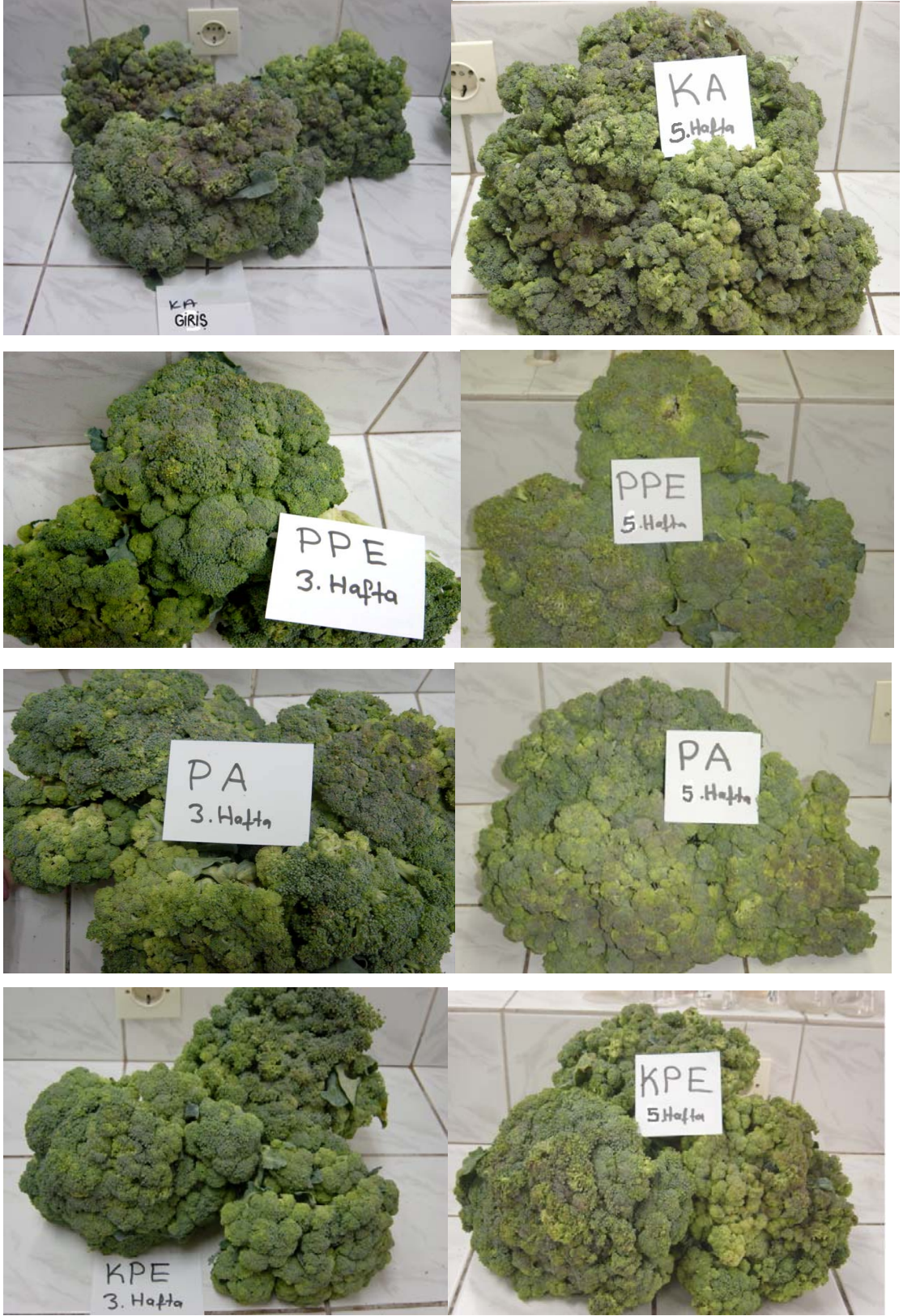
Şekil 4.1 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında ağırlık kaybında meydana gelen değişimler.

4.2 Taç Rengi

Depolama süresince brokoli taçlarında yapılan renk ölçüm değerlerinde istatistiksel açıdan muhafaza süresi ile kaplama materyalleri arasındaki farklılıkların önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.2). Bununla birlikte muhafaza başlangıcındaki taçların parlak yeşil renklerini muhafaza süresince koruyamadıkları görülmüştür (Şekil 4.3).



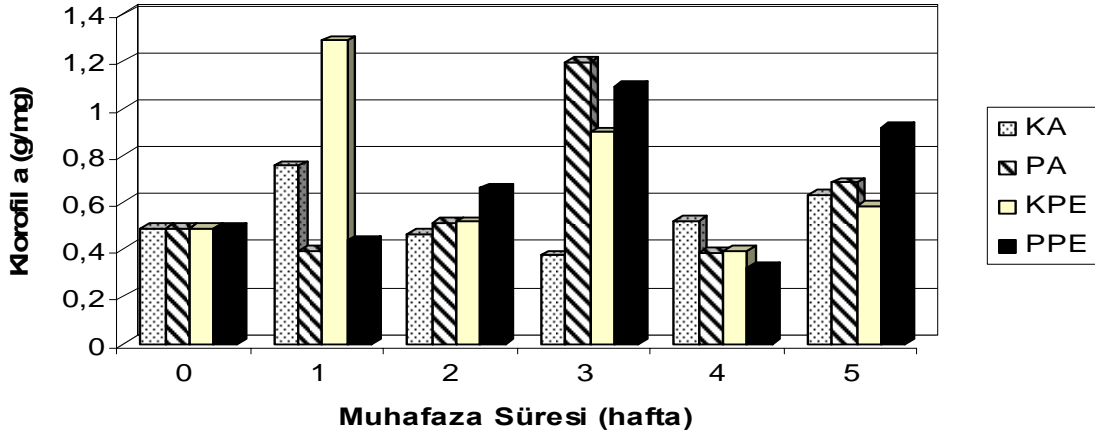
Şekil 4.2 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında taç renginde meydana gelen değişimler



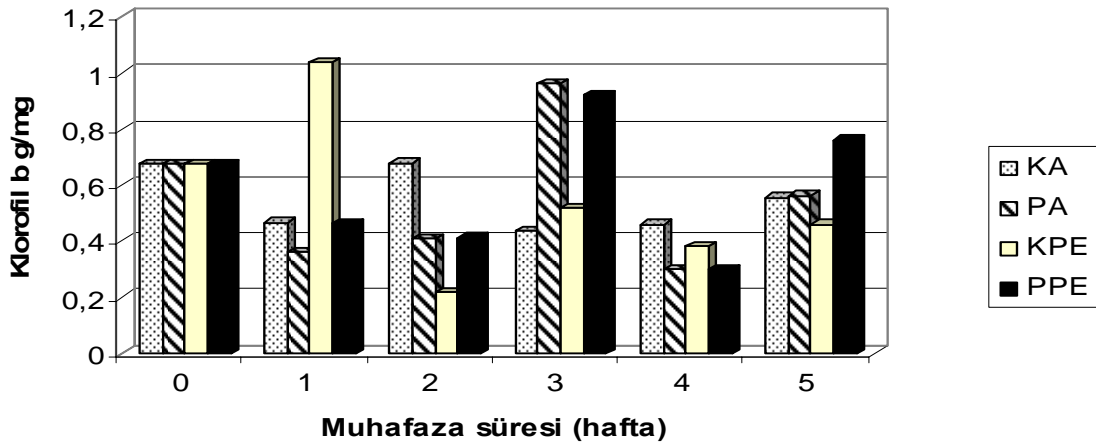
Şekil 4.3 Depolama başlangıcında ve son haftasında brokolinin taç renginde meydana gelen değişimler

4.3 Klorofil a-b

Muhafaza süresince brokoli taçlarında belirlenen klorofil a değerlerinde yapılan istatistiksel hesaplamada gerek dönemler gerekse kaplama materyalleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.4). Klorofil b değerlerinde ise sadece dönemler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.1, Şekil 4.5), yani yaşlanma ile birlikte çiçek tomurcuklarında klorofil kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir, bu sonuç Kato ve ark., 2002 ile benzerlik göstermektedir. Ancak kaplama materyalleri arasındaki farkın klorofil a ve klorofil b açısından önemli olmadığı bulunmuştur. Kasai *et al.* (1996), brokolilerde muhafaza süresince etilen üretim oranının ve klorofil parçalanması ile meydana gelen sararmanın eş zamanlı olarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.4 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında Klorofil a miktarında meydana gelen değişimler



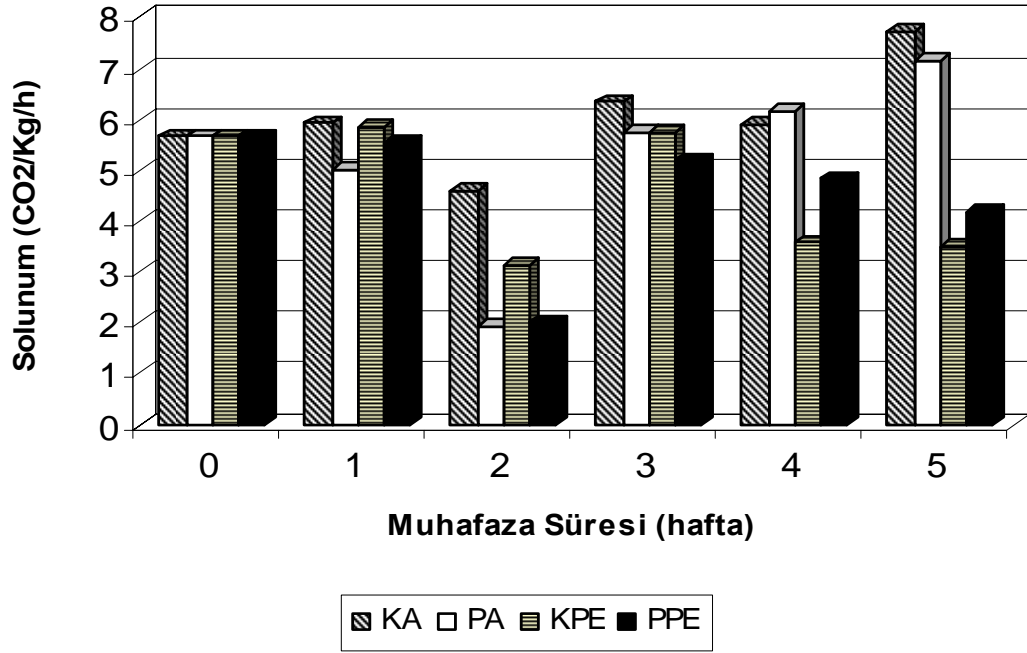
Şekil 4.5 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında Klorofil b miktarında meydana gelen değişimler

Çizelge 4.1 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında ağırlık kaybı, taç rengi, klorofil a ve klorofil b miktarında oluşan değişimler. Aynı satırda farklı büyük harfli alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$) [Dönemlerin karşılaştırılması], Aynı satırda farklı küçük harfli alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$) [Uygulamaların karşılaştırılması]

DÖNEMLER	UYGULAMALAR				
	KA	PA	KPE	PPE	GENEL
	Ağırlık kaybı (%)				
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000 b
1	17,3967	14,5033	13,5200	1,4433	11,7158 a
2	22,5500	20,8867	14,6333	1,4733	19,8858 a
3	26,9200	24,3433	8,8933	9,7367	17,4733 a
4	31,0233	25,4600	8,9300	9,8700	18,0208 a
5	36,7033	28,6167	10,0667	10,7967	21,5458 a
GENEL	22,4322 A	18,6350 A	9,2572 B	8,7700 B	14,7736
	Taç Rengi				
0	127,2332	127,2332	127,2332	127,2332	127,2332
1	127,5034	126,0081	124,6859	125,7703	125,9919
2	99,1977	125,3245	125,9650	127,3525	119,4599
3	123,1359	122,2643	125,2762	101,6111	118,0719
4	120,7397	119,7592	121,9150	99,5973	115,5028
5	118,6426	116,9658	120,1298	119,5680	118,8266
GENEL	119,4088	122,9259	124,2008	116,8554	120,8477
	Klorofil a Miktarı (g/mg)				
0	0,5591	0,5591	0,5591	0,5591	0,5591
1	0,7560	0,3935	1,2869	0,4389	0,7188
2	0,4660	0,5157	0,5179	0,6595	0,5398
3	0,3757	1,1947	0,8995	1,0936	0,8909
4	0,5235	0,3858	0,3933	0,3223	0,4062
5	0,6324	0,6831	0,5870	0,9178	0,7051
GENEL	0,4589	0,4589	0,0567	0,0863	0,1284
	Klorofil b Miktarı (g/mg)				
0	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740	0,6740 ab
1	0,4683	0,3595	1,0365	0,4647	0,5823 abc
2	0,6775	0,4085	0,2175	0,4108	0,4286 bc
3	0,4365	0,9636	0,5165	0,9215	0,7095 a
4	0,4616	0,2988	0,3824	0,3011	0,3610 c
5	0,5568	0,5626	0,4593	0,7600	0,5847 abc
GENEL	0,4335	0,5458	0,5445	0,5477	0,5887

4.4 Solunum Şiddeti

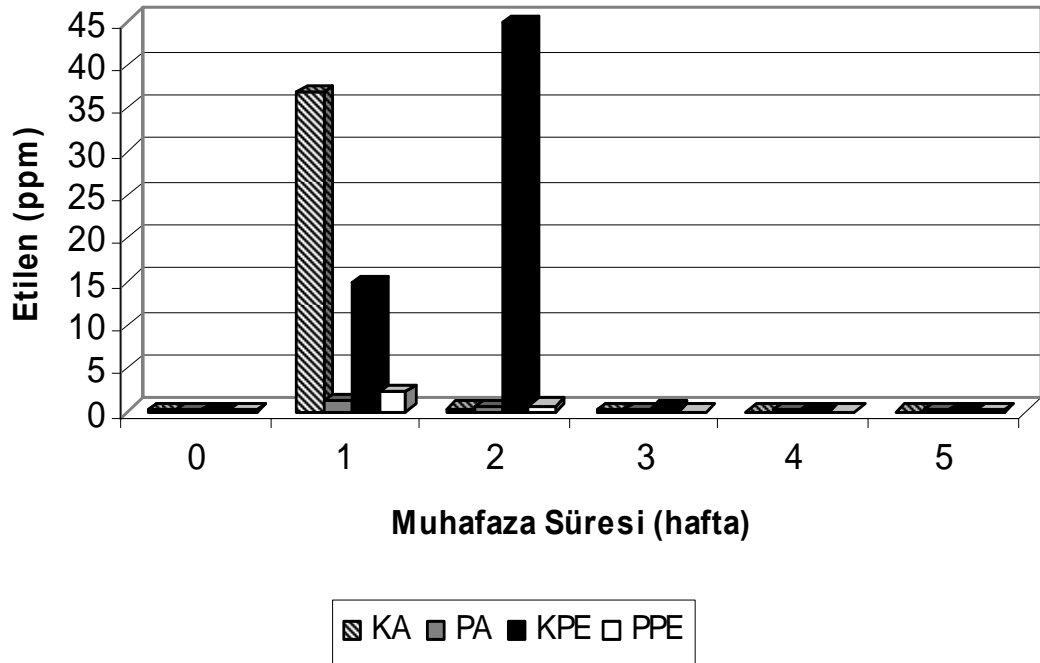
Yapılan solunum şiddeti ölçüm değerleri için kaplama materyalleri ile muhafaza dönemleri arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.2). Dolayısıyla solunum şiddeti değerleri açısından kaplama materyalleri arasındaki farklılık muhafaza dönemlerine göre, benzer şekilde dönemler arasındaki farklılık ise kaplama materyallerine göre değişmektedir. Buna göre en yüksek solunum şiddeti değeri 7.7367 mlCO₂/kg/h ile 5.haftadaki kontrol (KA) uygulamasında, en düşük solunum şiddeti değeri ise 1.9283 mlCO₂/kg/h ile 3.haftadaki PA uygulamasında belirlenmiştir ($p \leq 0.05$) (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında solunum şiddetinde meydana gelen değişimler

4.5 Dışsal Etilen Miktarı

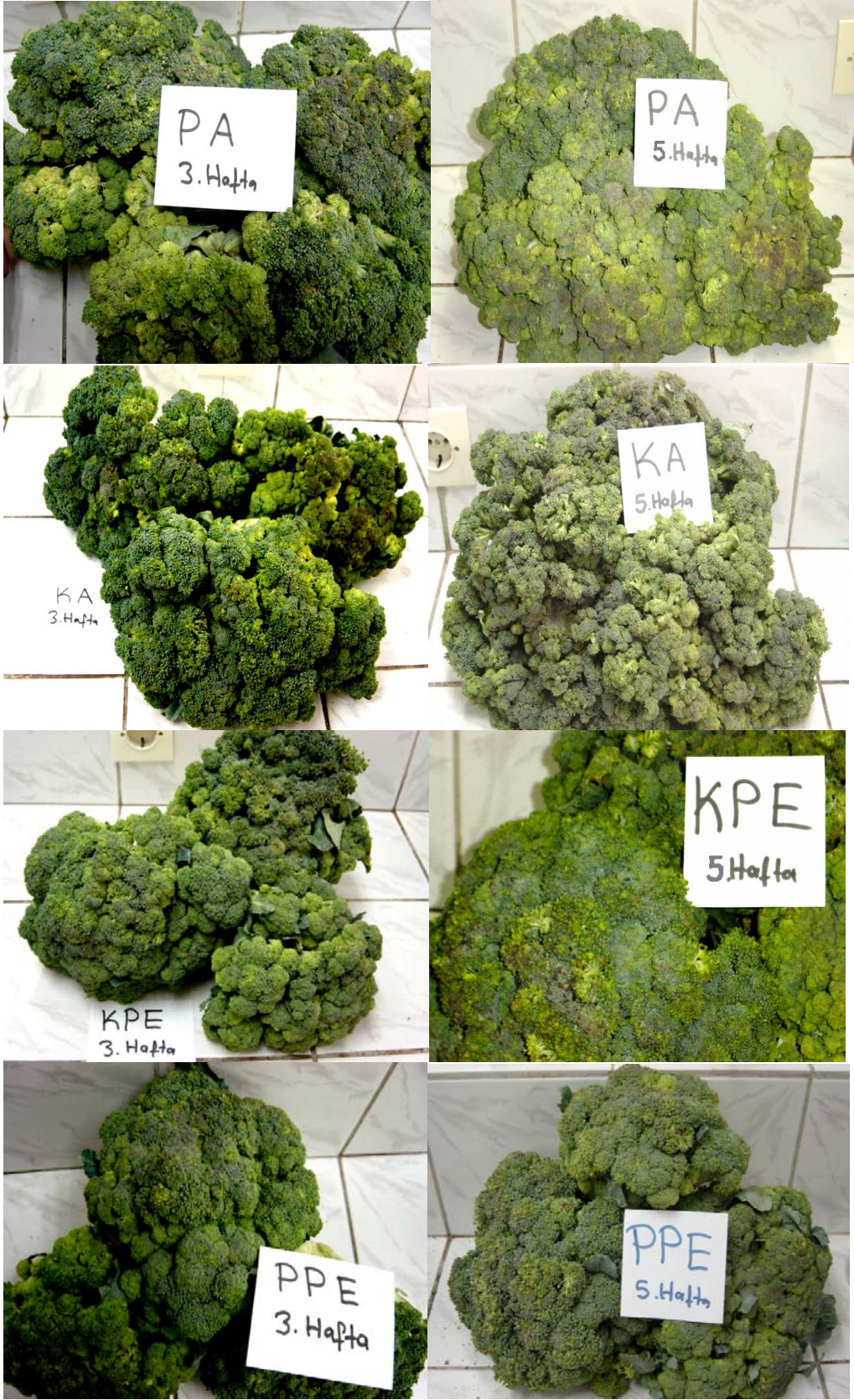
Brokoli taçlarında haftalık olarak belirlenen dışsal etilen düzeyinde yapılan istatistiksel analiz sonucunda etilen miktarı açısından dönemler x uygulamalar intreraksiyonu arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Yani dışsal etilen miktarı açısından muhafaza dönemleri arasındaki farklılık kaplama materyallerine göre değişmektedir. En yüksek dışsal etilen miktarı 44.947 ppm ile 3.haftadaki KPE uygulamasında, en düşük değer ise 0.0310ppm ile 5.haftadaki KA uygulamasında tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$) (Çizelge 4.2) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında dışsal etilen miktarında meydana gelen değişimler

Çizelge 4.2 Brokoli taçlarının soğukta muhafazası sırasında solunum şiddeti ve dışsal etilen miktarında oluşan değişimler. Aynı satırda farklı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$) [Dönemlerin karşılaştırılması], Aynı satırda farklı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$) [Uygulamaların karşılaştırılması]

	UYGULAMALAR				
DÖNEMLER	KA	PA	KPE	PPE	GENEL
	Solunum şiddeti (mlCO₂/k/h)				
0	5,6668 ab A	5,6668 a A	5,6668 a A	5,6668a A	5,6668
1	5,9277 ab A	5,0237 a A	5,8607 a A	5,5523a A	5,5911
2	4,6087 b A	1,9283 b B	3,1467 b AB	2,0267b B	2,9276
3	6,3683 ab A	5,7507 a A	5,7537 a A	5,2007a A	5,7683
4	5,9163 abAB	6,1747 a A	3,5887 ab B	4,8413a AB	5,1303
5	7,7367 a A	7,1647 a A	3,5013 ab B	4,1763ab B	5,6448
GENEL	6,0374	5,2848	4,5863	4,5774	5,1215
	Dışsal etilen miktarı (ppm)				
0	0,0867 a A	0,0867 a A	0,0867 a B	0,0867 a A	0,0867
1	36,893 a A	1,188 a A	14,885 a B	2,286 a A	13,813
2	0,3627 b A	0,4759 b A	44,947 a A	0,7250 b A	32,307
3	0,1826 a A	0,0914 a A	0,2539 a B	0,0341 a A	0,1405
4	0,0310 a A	0,0718 a A	0,0492 a B	0,0277 a A	0,0449
5	0,0314 a A	0,0530 a A	0,1469 a B	0,0554 a A	0,0717
GENEL	0,0063	0,0063	4,775	0,1116	16,578



Şekil 4.8 Depolama başlangıcında ve son haftasında brokolinin duyu kalitesinde gözlenen değişimler

4.6 Patolojik Kayıplar ve Duyusal Kalitede Oluşan Değişimler

Muhafaza periyodu boyunca haftalık olarak yapılan gözlemler sonucunda tüm uygulamalarda brokkoli taçlarında patolojik kayıplara rastlanmamıştır. Benzer şekilde taçlarda gözlemlenen duyusal kalite kriterlerinde 3.haftaya kadar tüm uygulamalarda herhangi bir kayıba rastlanmazken, 4.haftadan itibaren özellikle kontrol ve PA uygulamasındaki taçlarda su kaybı artışına paralel olarak pörsüme ve sararma şeklinde renk kaybı meydana geldiği gözlenmiştir. Ancak özellikle KPE ve PPE uygulamasındaki taçlarda rengin depolama süresince korunduğu ve su kaybından ileri gelen pörsümenin de düşük düzeyde kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hasattan sonra hızla yaşlanan sebze türlerinde yaşlanmayı geciktirmenin bir yolu pektin uygulamalarıdır. Yapılan çalışmalar bunun, içsel hormon dengesinin pektin tarafından etkilenmesi suretiyle başarılabilirdiğini ortaya koymuştur. Araştırma bulgularına göre pektin uygulamasının ve ambalajlamanın ürün etrafındaki mevcut O₂'yi azaltması ve içsel CO₂ konsantrasyonunu artırması suretiyle solunum şiddetini azalttığı, klorofil parçalanmasını önlediği, su buharı geçişini engelleyen bir tabaka oluşturmak suretiyle su kaybını önlediği ve bütün bunlara bağlı olarak rengin korunmasını, yumuşama ve yapısal değişimleri azalttığı tespit edilmiştir. Pektin uygulamalarının ve ambalajlamanın hasat sonrası brokoli taçlarının muhafaza ömürlerinin uzamasına olanak sağladığı ve uygulama gruplarına göre değişmekle birlikte pektin uygulaması yapıldıktan sonra ambalajlanarak muhafaza edilen taçlarda solunum şiddeti, renk kaybı ve ağırlık kaybının daha az olduğu, duyusal kalite değerlendirmesi ve patolojik kayıplar açısından en uzun süre dayanan grubu oluşturduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen tüm sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde brokoli taçlarının 2°C sıcaklık, %90-95 oransal nemde pektin uygulandıktan sonra konulan delikli PE ambalajlamanın diğer uygulamalara göre daha uygun bir depolama koşulu olduğu ve bu ortamda minimum kalite kaybı ile 5 hafta muhafaza edilebileceği saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim. 2001. Analysis and evaluation of preventive control measures for the control and reduction/elimination of microbial hazards on fresh and fresh-cut produce. Report of the Institute of Food Technologists for the Food and Drug Administration of the United States Department of Health and Human Services. IFT/FDA Contract No: 223-98-2333, Task Order No: 3.
- Baldwin, E.A. 1994. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: Past, Present and Future, In: Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Techomic Publishing Company Inc., Lancaster. pp. 25-64.
- Baldwin, E.A. 1999. Surface treatments and edible coatings in food. Handbook of Food Preservation, pp. 577-610.
- Banks, N.H., Dadzie, B.K. and Cleland, D.J. 1993. Reducing gas. exchange of fruits with surface coatings. Postharvest Biology. and Technology 3, 269–284.
- Brecht, J.K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hortscience, v.30, n. 1, p. 18-22.
- Brecht, P.E. 1980. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. Food Technol. 34(3): 45-50.
- Brash, D.W. and Liu, X.F. 1996. Respiration Rates Of Cut Broccoli . ISHS Acta Horticulturae 464: International Postharvest Science Conference Postharvest 96
- Carvalho, P.T. and Clemente, E., 2004. The influence of the broccoli (*Brassica oleracea* var.italica) fill weight on postharvest quality. Cienc. Tecnol.Aliment.,Campinas, 24(4):646-651.
- Hansen, M.E., Sorensen, H. and Cantwell, M 2001. Changes in acetaldehyde, ethanol and amino acid concentrations in broccoli florets during air and controlled atmosphere storage. Postharvest Biology and Technology, 22, p: 227-237.
- Hyodo, M., Morozumi, S., Kato, C., Tanaka, K. and Terai, H. 1994. Ethylene production and ACC oxidase activity in broccoli flower buds and the effect of endogenous ethylene on their senescence. In Plant Bioregulators In Horticulture. Proceedings of a Symposium Held at the XXIV. International Horticultural Congress. P: 21-27

- Jacobsson, A., Nielsen, T., Wendlin, K. and Sjöm, I. 1999. The effect of packaging material on the sensory properties of broccoli. ISHS Acta Horticulturae 599, International Conference: Postharvest Unlimited.
- Kasai, Y., Kato, M. and Hyodo, H. 1996. Ethylene biosynthesis and its involvement in senescence of broccoli florets. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 65 (1), P: 185-191.
- Kato, M., Kamo, T., Wang, R., Nishikawa, F., Hyado, H., Ikoma, Y., Sugiura, M. and Yano, M. 2002. Wound-induced ethylene synthesis in stem tissue of harvested broccoli and its effect on senescence and ethylene synthesis in broccoli florets. *Postharvest Biology and Technology*, 24:69-78.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Transac.*, 11:591-592.
- Lipton, W.J. and Haris, C.M. 1974. Controlled atmosphere effects on the market quality of stored broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* group). *J. of Americ. Soc. for Hort. Sci.*, 99:200-205.
- Makhlouf, J., Castaigne, F., Arul, J., Willemot, C. and Gosselin, A. 1989. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. *HortScience*, 24:637-639.
- Meir, S., Rosenberger, I., Aharon, Z., Grinberg, S. and Fallik, E. 1995. Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper (cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature
- Page, T., Griffiths, G. and Buchanan-Wollaston, V. 2001. Molecular and biochemical characterization of postharvest senescence in broccoli. *Plant Physiology*. v.125(2):718-727
- Ward, T.M., Wright, M., Roberts, J.A., Self, R. and Osborne, D.J. 1978. Analytical procedures for the assay and identification of ethylene. Cambridge Univ. Press, p: 135-151.
- Wills, R., McGlasson, W.B., Graham, D. and Joyce, D. 1998. An Introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. CSIRO Division of Food Processing. University Newcastle, p: 276.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şule ATALAY

Doğum Yeri : Artvin

Doğum Tarihi : 10.05.1978

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Mustafa Kemal Lisesi 1995

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 2001

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 2006

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

İçişleri Bakanlığı Dernekler Dairesi Başkanlığı 2004