



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI UYGULAMALARIN MİNİMAL İŞLEM
GÖRMÜŞ (FRESH - CUT) BAZI SEBZELERİN
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

BİGE İNCEDAYI

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA – 2009

1. GİRİŞ

Tarım sektörü, üretimin büyük oranda doğa koşullarına bağlı olması, insanların zorunlu besin ihtiyacını karşılaması, sanayi ürünlerine talep yaratması, tarımsal ürünlerin arz - talep esnekliğinin diğer ürünlere kıyasla düşük, fakat üretim periyodunun daha uzun olması, sanayi sektöründe hammadde olarak değerlendirilmesi ve ihracata olan katkısı gibi faktörlerden dolayı öne çıkan bir sektördür. Ülkemizde tarım sektörü, toplam nüfusun yaklaşık % 35' ini, ulusal gelirimizin % 15' ini ve istihdamın % 45' ini oluşturan çok önemli bir faaliyet alanıdır ¹.

Türkiye önemli bir tarım ülkesi olmasının yanında, dünyada bahçe bitkileri yetiştirme potansiyeli çok yüksek olan ender ülkelerden birisidir. Tarımsal faaliyet kolları ekonomik anlamda incelendiğinde, birim alandan getirisi daha yüksek olan yaş meyve ve sebze üretimi, diğer tarımsal ürünlere göre ön plana çıkmaktadır ¹.

Sebzeler insan beslenmesinde esas olarak, mineral madde ve vitaminlerin kaynağı olarak görülmektedir. Bazı sebzeler belli vitaminleri önemli düzeyde içerirken; bazıları ise insan sağlığı için alınması zorunlu minerallerin ana kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca bu gıdalar sağlık ve beslenme açısından önem taşıyan karotenoidler, flavonoidler ve diğer fenolik bileşikler yönünden de oldukça zengindir. Söz konusu fitokimyasallar, serbest radikalleri bağlayarak ya da uzaklaştırarak kronik hastalıkların, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıkların, yaşlanmaya bağlı sinir dejenerasyonunun önlenmesinde rol oynamaktadır (Luh ve Woodroof 1982, Ziegler 1991, Baysal 2002, Demirci 2002, Cemeroğlu ve ark. 2003, Teow ve ark. 2007).

Sebzeler, taze olarak ya da çeşitli ürünlere işlenerek katma değeri arttırıldıktan sonra tüketilebilmektedir. Ancak işleme sırasında gerek besinsel anlamda, gerekse ekonomik anlamda kayıplar meydana gelebilmektedir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak; tüketicilerin bilinçlenmesi ve mutfakta geçirdikleri zamanın öneminin anlaşılmasıyla birlikte doğal, besleyici ve tüketime hazır gıdalara olan talepler artmış ve sonuçta teknoloji ile birleşerek endüstriyel ölçekte üretimi yapılan ve doğal halinin korunarak, kalitesinin uzun süre muhafaza edildiği ürünler ön plana çıkmıştır. Bu ürünlerden biri de “Minimal İşlem Görmüş / Fresh - Cut” gıdalardır.

Minimal işlem görmüş gıdalar (minimally processed / ready - to - use / ready - to - eat / lightly processed / partially processed foods), meyve veya sebzelerin yenilemeyen kısımlarının uzaklaştırılarak, gerektiğinde bazı ön işlemler uygulandıktan sonra uygun ambalaj materyali ile ambalajlanıp, kalitesinin uzun süre korunabildiği, doğrudan ya da dolaylı olarak tüketime hazır gıdalardır (Gorny 1997, Francis ve ark. 1999, Watada ve Qi 1999, Lamikanra 2002).

Minimal işlem görmüş gıdalar, ön işlemler sonrası yeterli bir ısı işlem görmeden hazırlandıkları için çabuk bozulma eğilimi gösterirler. Bu yüzden kaliteyi korumak amacıyla; mikroorganizma yükünü azaltıcı ve enzimatik esmerleşmeyi önleyici ajanlar kullanıldıktan sonra, modifiye atmosferde paketlenme ve düşük sıcaklıkta depolama gibi uygulamalara gereksinim duyulmaktadır (Villardara 1997, Watada ve Qi 1999).

Modifiye atmosfer (MA) olarak tanımlanan sistemde amaç, ürüne özgü farklı gaz ya da gaz kombinasyonları kullanarak, kalitenin ve doğal yapının korunmasını sağlamaktır. Modifiye atmosfer koşullarında ambalajlanan minimal işlem görmüş gıdalarda, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite daha uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Swiderski ve ark. 1997, Erkan ve ark. 2000, Lamikanra 2002, Seydim 2002).

Bu çalışmada balkabağı, kereviz ve patates minimal işleme uğratılarak, modifiye atmosfer koşullarında muhafazaya alınmıştır. Buzdolabı koşullarında (4 - 6 °C) depolanan ürünlere ait kalite parametreleri, raf ömrü boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizlerle takip edilmiştir.

Bu sebzelerin materyal olarak seçilmesinin başlıca sebepleri; son ürüne işleme öncesi uygulanan ön işlemlerin zahmetli olması, insan sağlığı ve beslenme açısından önem taşıyan birçok besin öğesinin yanısıra fenolik maddelerce zengin olmalarıdır. Dolayısıyla söz konusu sebzelerin minimal yöntemle işlenip tüketime hazır hale getirilerek piyasaya sunulması, tüketici talebini ve özellikle büyük şehirlerdeki satış potansiyelini artıracak ve bu ürünlere artı bir değer katacaktır. Ülkemizde henüz yeni olan bu sektörün, artan talepler karşısında hızla gelişeceği düşünülmektedir.

Tez kapsamında, ön işlem aşamasında klorlama sonrası sitrik asit ve L - sistein çözeltilerine daldırılarak uygun ambalaj içerisinde, iki farklı gaz atmosferinde muhafaza etmenin, ürünlerin kalitesi, raf ömrü ve besleyici değeri üzerine etkileri araştırılmış ve en uygun işleme koşulları belirlenmiştir.

Ön işlemleri tamamlanmış minimal işlenmiş gıdalar, yarı mamul niteliği taşıyacak ve tüketiciye sonraki üretim aşamalarında kolaylık sağlayacaktır. Porsiyonlanarak üretilen katma değeri arttırılmış bu ürün grubu, tüketicilere satın alma avantajı, üreticilere ise kar marjında artış sağlayacaktır. Aynı zamanda bu uygulama doğal kaynaklardaki israfın azaltılmasına ve atıkları değerlendirme şansının doğmasına (örneğin; atık patates kabuklarından ispirto, pektin vb ürünlerin üretilmesi, ayrıca atıkların hayvan besleme materyali şeklinde değerlendirilebilmesi vb.) katkıda bulunacaktır. Ayrıca çalışmadan elde edilecek sonuçlar, minimal işlem görmüş sebze üretiminin yaygınlaştırılması ve kalitenin korunması açısından üreticiler ve araştırmacılar için veri oluşturarak bilime katkı sağlayacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde toplam tarım alanı, 2006 yılı verilerine göre 40.496.000 hektar olup, bunun 23.030.000 hektarı işlenmektedir. 779.000 hektarlık kısmı ise sebze tarımında kullanılmaktadır (Anonim 2006a).

2005 yılı FAO (*Food and Agriculture Organization of United Nations*) verilerine göre, dünya sebze üretimi 891 milyon ton civarındadır. Sebze üretiminde söz sahibi ilk on ülke sıralamasında en büyük üretici ülkeler; Çin (365.708.220 ton), ABD (134.049.520 ton) ve Hindistan (120.368.380 ton) dir. Bu üç ülke, dünya sebze üretiminin % 69.5' ini karşılamaktadır. Sebze üretiminde söz sahibi ülkeler sıralamasında, Türkiye 26.277.260 tonluk üretimiyle dördüncü sırada bulunmakta ve dünya üretiminin yaklaşık % 3.0' ünü gerçekleştirmektedir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Dünya Sebze Üretimi (Anonim 2005a)

Ülkeler	Üretim (ton)	Pay (%)
ÇİN	365.708.220	41.0
ABD	134.049.520	15.0
HİNDİSTAN	120.368.380	13.5
TÜRKİYE	26.277.260	3.0
MISIR	16.194.950	1.8
İTALYA	15.994.300	1.8
RUSYA	15.403.850	1.7
İSPANYA	13.085.250	1.5
JAPONYA	11.729.960	1.3
KORE	10.964.680	1.2
DİĞER	161.633.050	18.2
DÜNYA	891.409.420	100.0

Kaynak: FAO 2005

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) 2006 yılı verilerine göre, ülkemizde toplam üretim miktarı balkabağı için 76.632 ton (*Cucurbita moschata*), kök kereviz için 15.593 ton (*Apium graveolens* L. var. *rapaccum*) ve patates için 4.366 ton (*Solanum tuberosum* L.) olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2006a).

Günümüzde bireyler gıdalarda kalorinin azaltılmasına, gıdaların taze veya minimal işlem görmüş olmasına, nutrasötik etkilerinin bulunmasına, patojenlerden ve kontaminantlardan arındırılmış olmasına büyük önem vermektedir. Bu bağlamda hızlı analiz teknikleri ve yeni prosesler giderek önem kazanmaktadır. Yeni prosesler arasında aseptik işlemler, vakum altında paketlenme, modifiye edilmiş atmosfer ortamında ambalajlama, ohmik ısıtma, yenilebilir filmle kaplama, yüksek basınç uygulamaları, yüksek basınçlı ekstrüzyon, iyonize radyasyon kullanımı gibi teknikler yer almaktadır (Baldwin ve ark. 1995, Ohlsson 1994, Hoover 1997, Martinez ve ark. 1997).

Minimal işlem görmüş meyve ve sebzeler, orijinal hallerinden yalnızca fiziksel olarak değişim gösteren (kesme, doğrama, dilimleme vb. işlemler ile) ve işleme sonrasında da taze hallerini koruyan gıdalardır (Garrett 1997, Olivas ve Barbosa-Cánovas 2005).

Meyve ve sebzeleri minimal yöntemle işlemede iki temel amaç söz konusudur. Bunlardan ilki, ürünün besinsel kalitesini kaybetmeden tazeliğini korumak; ikincisi ise farklı bölgelere de dağıtımını olanaklı kılacak şekilde ürünün raf ömrünü uzatmak ve tüketilebilirliğini arttırmaktır (Ahvenainen 2000).

Uluslararası Ürün Pazarlama Kurumu (PMA)' nun son verilerine göre, taze ürün endüstrisi son 10 yıl içinde pazar payını hızla genişleterek, 76 milyar dolar satış hacmine ulaşmıştır. Uluslararası Fresh - Cut Ürün Kurumu (IFPA) ise, Amerika Birleşik Devletleri' nde minimal işlem görmüş ürünler için bu rakamın 2000 yılı itibarıyla 10 - 12 milyar dolar olduğunu tahmin etmektedir. Aynı kuruluş Amerika Birleşik Devletleri' nde bu tür gıdalara olan talebin önümüzdeki beş yıl içinde her sene % 10 - 15 artış göstereceğini bildirmektedir (Kaufman ve ark. 2000, Lamikanra 2002).

Meyve ve sebze gibi canlı dokular, tüketime hazır hale getirilirken uygulanan ön işlemler nedeniyle (kabuk soyma, çekirdek çıkarma, doğrama vb.) doğal özelliklerini kaybettiklerinden ve işleme sonrası ısı işlem görmediklerinden dolayı daha çabuk bozulma eğilimi gösterirler. Bu yüzden kaliteyi korumak için; iyi kalitede hammadde kullanımı, enzimatik esmerleşmeyi önleyici ajanların uygulanması, modifiye atmosferde paketlenme, düşük sıcaklıklarda depolama, depolama öncesi çeşitli çözümlere daldırma ve yıkama teknikleri gibi çeşitli uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır (Brecht 1995, Heimdal ve ark. 1995, Reyes 1996, Simons ve Sanguasri 1997, Villardara 1997, Watada ve Qi 1999, Ahvenainen 2000, Beaudry 2000).

Watada ve ark. (1996), minimal işlenmiş bahçe ürünlerinin kalitesini etkileyen faktörlere yönelik yaptıkları çalışmada; sıcaklık, atmosfer bileşimi, bağıl nem ve sanitasyonun iyi ayarlanması gerektiğini, düşük O₂ ve yüksek CO₂ seviyesinin solunum oranını düşürerek, muhafaza süresini arttırdığını bildirmiştir.

Ahvenainen (2000), hazırladığı raporda, tüketime hazır meyve ve sebzelerin üretiminde kaliteli hammadde kullanımına dikkati çekmiştir. Araştırmacı, uygun çeşidin yanı sıra, kontamine olmamış taze hammadde kullanımının, minimal işlem görmüş meyve / sebze üretiminde büyük önem taşıdığını belirtmiştir.

O' Beirne (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, taze meyve / sebze işlemede ön işlemlerden kabuk soyma ve dilimleme aşamalarında, paslanmaz çelikten yapılmış keskin bıçaklarla elde soymanın, mekanik soymaya (karborandum gibi) göre daha yüksek başarı sağladığı bildirilmiştir. Körelmiş bıçaklarla dokuların fazla aşınması sonucu, hücre duvarları daha fazla parçalanmakta ve buna paralel olarak biyokimyasal reaksiyonlar hızla başlamakta ve kısa sürede kalite kayıpları oluşmaktadır.

Meyve ve sebzelerdeki dokular, yaşam faaliyetlerini sürdürmekte olup, alınan darbe ile (kabuk soyma, doğrama, dilimleme vb.) hemen fiziksel ve biyokimyasal reaksiyonlar başlamaktadır. Mekanik hasar sonrası ilk tepki solunum hızının ve etilen üretiminin artması şeklindedir. Bunun sonucu

olarak, hızlanan metabolizma faaliyetleri ile birlikte enzim aktivitesinin artışı ve istenmeyen sekonder metabolitlerin üretimi başlamaktadır. Özellikle polifenoloksidaz enzimi, açığa çıkan fenolik maddeleri substrat olarak kullanıp, enzimatik esmerleşmeye neden olmaktadır (Whitaker 1996).

Kesme ve doğrama ile birlikte hücrenin parçalanması sonucu, hücre özsuyu yüzeye çıkmaktadır. Yıkama işlemi bu noktada oldukça önemli bir basamaktır. Kesilen yüzeyden hücre özsuyuyla birlikte açığa çıkan fenolik maddelerin (substratların) ve enzimlerin, yıkamayla büyük oranda uzaklaştırılması, metabolik faaliyetleri azaltmakta ve ürünün kalitesinin daha uzun süre korunmasını sağlamaktadır (Choi ve Sapers 1994).

Gıda endüstrisinde dezenfekte edilmiş suyun yıkamada kullanılması, hammaddenin mikroorganizma yükünün azaltılmasını, esmerleşme düzeyinin sınırlandırılmasını ve taze meyve / sebzelerin raf ömrünün uzatılarak, tüketime kadar kalitelerinin (renk, tekstür vb.) korumasını sağlamaktadır. Dezenfeksiyon; klor, iyot, brom, ozon, hidrojen peroksit, potasyum permanganat ya da ultraviyole ışın gibi uygulamalarla yapılabilmektedir. Bunlardan en yaygın kullanılanı, güçlü oksitleyici özelliği nedeniyle, klorla dezenfeksiyondur. Klor; sıvı klor (sıvılaştırılmış klor), klor gazı, hipokloritler (sodyum ve kalsiyum hipokloritler) ya da organik kloraminler gibi farklı formlarda uygulanabilmektedir (Ohlsson 1994, Clark ve ark. 1996, Suslow 1997, Baur ve ark. 2004, Cemeroğlu 2007).

Dezenfektan olarak daha sık tercih edilen klor çözeltilisi, *E. coli* üzerinde aynı konsantrasyondaki bromla göre 3 kat, iyota göre 6 kat daha etkili bulunmuştur (Koski ve ark. 1966).

Çizelge 2.2' de bazı dezenfektanların temel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Bazı Dezenfektanların Temel Özelliklerinin Karşılaştırılması
(Braghetta ve ark. 1997)

Dezenfektan	Dezenfeksiyon Etkinliği	Dezenfeksiyon Yan Ürünlerinin Oluşumu	Renk Giderici Özelliği	Koku Giderici Özelliği
Klor	İyi	Normal Miktarda	İyi	İyi
Kloraminler	Orta-İyi	Az Miktarda	Yok	Çok İyi
Klordioksit	Çok İyi	Normal Miktarda	İyi	İyi
Ozon	Çok İyi	Az Miktarda	Mükemmel	Mükemmel
Ultraviyole ışın	İyi	Yok	Yok	Yok

Klor iyonları suda çözüldüğünde, hipoklorik asit ve hidroklorik asit karışımı meydana gelmektedir. Bu karışımın toplam konsantrasyonuna “serbest klor” denmekte ve pH 6.0 - 8.0 arasında tamamen ayrışarak en etkin halini almaktadır (Oğur ve ark. 2004).

Klor, bakterilerde glikoz oksidasyonunu inhibe ederek, bakterisid etki göstermektedir. Ayrıca sülfidril grubu taşıyan bazı enzimlerin aktivasyonunu da azaltmaktadır (Atakent 1974).

Klor çözültisinin etkinliği, sıcaklığın düşük ve pH' nın 6.5 - 7.5 arasında olmasıyla artmaktadır. Minimal işlenmiş sebzelerde genel kullanım dozu 50 - 200 ppm arasında değişmektedir (Simons ve Sanguansri 1997, Suslow 1997, Beuchat 2000, Francis ve O'Beirne 2002, Sapers 2003).

Klaiber ve ark. (2005) tarafından minimal işlenmiş havuçların, yıkama işleminde musluk suyu ve klor çözültisi kullanılarak kalitesinin izlendiği bir çalışmada, 4 °C' deki ve 200 mg / L konsantrasyonundaki klor çözültisinin, patojen mikroorganizmaları uzaklaştırmak (toplam aerobik mikroorganizma sayısını düşürmek) ve duyu kaliteyi korumak adına en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir.

Farklı konsantrasyonlardaki (100, 200, 300, 400, 500 ppm) sodyum hipoklorit çözültisiyle (pH: 6) muamelenin, dilimlenmiş kerevizlerin kalitesine etkisi yönünde yapılan başka bir çalışmada, 100 ppm sodyum hipoklorit çözültisine daldırılan örneklerin 12 günlük depolama sonunda duyu kalitesinin çok iyi olduğu, ancak mikrobiyal kalitesinin tam korunmadığı;

buna karşın yüksek konsantrasyonların (özellikle 500 ppm) mezofil bakteri ve koliform grubu bakterilerin gelişimini büyük oranda engellediği, ancak duyu kaliteyi bozduğu ortaya konulmuştur (Kubzdela ve ark. 2006).

Sodyum hipokloritin, minimal işlem görmüş sebzeler için önem taşıyan *Listeria monocytogenes* üzerine etkisi ile ilgili pek çok in - vitro çalışma yapılmış ve kimyasalın, bu bakterinin gelişimini engellemede oldukça etkili olduğu belirtilmiştir (Bracket 1987, El - Kest ve Marth 1988, Tuncan 1993). Minimal işlem görmüş sebzelerde bulunabilen patojen mikroorganizmaların en önemlileri *Listeria monocytogenes*, *Aeromonas hydrophila* ve *Clostridium botulinum*' dur (Beuchat 1996, Francis ve ark. 1999).

Minimal işlem görmüş gıdaların mikrobiyal kalitesinde, yıkama işleminde kullanılan sudaki aktif klor seviyesinin yanı sıra, proses basamakları arasında geçen süre de önemlidir. Yıkama işlemlerinin etkinliği ve proses basamakları arasında geçen sürenin kısa olması, mikrobiyal yükün azaltılmasında oldukça etkilidir (Wei ve ark. 1985, Guerzoni ve ark. 1996, Ahvenainen 2000).

Minimal işlem görmüş meyve / sebze üretiminde klor dışında metabisüfitler de kimyasal koruyucu olarak kullanılmaktadır. Metabisüfitler antimikrobiyal etkilerine ilaveten enzimatik esmerleşmeyi de önlemektedir. Çok sık kullanılmasına rağmen, sülfid uygulamasının özellikle meyvelerde aroma bozukluklarına neden olduğu ve astım hastaları için zararlı etkilerinin bulunabildiği bildirilmiştir (Baldwin ve ark. 1996, Rocha ve ark. 1998, Kaaber ve ark. 2002).

Duangmal ve Apenten (1999) ile Molnar - Perl ve Friedman (1990), patatesten bulunan polifenoloksidaz enzimini inhibe etmede sodyum metabisüfitin, askorbik asit, sitrik asit, tuz ve EDTA' ya göre daha etkin olduğunu bildirmiştir.

Minimal işlem görmüş gıdalarda işleme sırasında ve sonrasında yapılan önemli kalite testleri arasında, renk ve şekil ölçümü gelmektedir. Tüketiciler bu tür gıdalarda; orijinal görünüm ve tekstür ile sağlamlık, iyi aroma ve besleyici değeri göz önüne almaktadır (Bolin and Huxsoll 1991, Kays 1999, Watada ve Qi 1999, Varoquaux 2001, Kader 2002, Abdullah ve ark. 2006).

Meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında yeşil renk maddesi klorofilin, kırmızıdan mora kadar değişen antosiyaninlerin, sarı / turuncu / kırmızı tonlarındaki karotenoidlerin korunabilmesi, kaliteli bir ürün için temel şarttır. Bu tür ürünlerde renk değişimi, enzimatik ya da enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu gerçekleşebilmektedir (Kılıç ve ark. 1997, Cemeroğlu ve ark. 2003).

Polifenoloksidaz (PFO) enzimi, taze gıdalarda esmerleşme reaksiyonlarında rol oynayan enzimidir. Bu enzim, meyve ve sebzelerde kesilen ya da hasar gören yüzeylerde fenolik bileşiklerin, kahverengi pigmentlere oksidasyonunu katalize etmektedir. Söz konusu enzim, esmerleşmenin yanı sıra, istenmeyen tat oluşumuna ve besinsel kalitede kayba da neden olmaktadır (Vamos - Vignyazo 1981, Lamikanra 2002).

Enzimin faaliyet gösterebilmesi için ortamda oksijen, substrat ve bakır iyonları bulunmalıdır. Esmerleşmenin önlenmesi / azaltılması, bu unsurlardan en az birinin uzaklaştırılmasıyla mümkündür (Kılıç ve ark. 1997, Ahvenainen 2000).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonları, fiziksel ya da kimyasal yöntemlerle kontrol altına alınabilmektedir. Fiziksel yöntemler arasında; sıcaklık ve / veya oksijenin azaltılması, modifiye atmosferde paketlenme, yenilebilir film kaplamalar, gamma ışını ya da yüksek basınç uygulamaları bulunmaktadır. Kimyasal yöntemler arasında ise enzimi inhibe eden, substratlarını uzaklaştıran ya da substrat gibi davranan bazı maddelerin kullanımı söz konusudur (Garcia ve Barrett 2002).

PFO enziminin aktivitesi, aynı ürünün çeşitleri arasındaki farklılığa ve olgunluk düzeylerine bağlı olarak büyük değişim göstermektedir. Çizelge 2.3' te farklı patates çeşitlerinin, farklı depolama sürelerinden sonra esmerleşmeye karşı duyarlılığı verilmiştir.

Çizelge 2.3. Farklı Patates Çeşitlerinin Esmerleşme İndeksleri (Mattila ve ark. 1993)

Depolama Süresi	Ölçüm Zamanı (dakika)	Çeşitler		
		var. Bintje	var. Van Gogh	var. Nicola
1 ay	30	6	27	44
	60	15	40	75
	120	21	52	88
5 ay	30	16	26	21
	60	23	56	58
	120	30	78	98
8 ay	30	10	28	66
	60	32	74	112
	120	62	104	145

- Esmerleşme reaksiyonları, 5 mm kalınlığında kesilen ve ardından 23 °C' de belirtilen sürelerde bekletilen patateslerde izlenmiştir.

Meyve ve sebzelerin çoğunda, polifenoloksidaz enziminin aktivite gösterdiği pH aralığı 6 - 6.5' tur. Enzim, pH 4.5' un altında çok düşük aktiviteye sahiptir (Whitaker 1996). Bu durumda ortam pH' sını başta sitrik asit (genellikle % 0.5 - 2 konsantrasyonunda) olmak üzere çeşitli asitlerle düşürmek, enzimin aktivitesinin önlenmesinde, dolayısıyla esmerleşme reaksiyonlarının durdurulmasında kullanılan en basit yöntemdir. Sitrik asit aynı zamanda polifenoloksidaz enziminin yapısındaki bakır ile çelat yaparak da enzimi inaktive etmektedir (Güneş ve Lee 1997, Garcia ve Barrett 2002).

Bunun yanı sıra indirgeyici ajanlarla (askorbik asit, sistein gibi tiol bileşikler vb.), enzimatik esmerleşmede ara ürün olarak oluşan ve sonradan renkli bileşiklere dönüşen renksiz o - kinon' ların, o - difenollere indirgenmesi ve esmerleşme maddelerinin oluşmasının önlenmesi diğer bir uygulamadır (Richerd ve ark. 1991).

Sodyum klorür, esmerleşmeyi önlemede kullanılan en basit ajandır. Ortam pH' sının düşmesiyle birlikte, inhibisyon etkisi artmaktadır. Enzimin

aktif bölgesindeki bakır iyonuyla çelat yaparak, esmerleşme reaksiyonlarını önlemektedir. Genel kullanım dozu % 2 - 4 arasındadır (Mayer ve Harel 1991).

Bahsedilen kimyasallarla muamele edilen meyve / sebzelerin, tüketiciye sunulmadan önce, değiştirilen ortam atmosferinde paketlenmesi, yarattığı olumlu etkiler nedeniyle, son yıllarda gittikçe yaygınlaşan ve tercih edilen bir yöntem olmuştur.

Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) tekniği, gıdalarda dayanma süresini uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek / geciktirmek amacıyla, ambalaj içi gaz atmosferinin değiştirilerek, uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile ürünün ambalajlanması işlemidir. Modifiye atmosferde paketlenmede, paketin içerisindeki oksijen oranı azaltılmakta ve farklı konsantrasyonlardaki CO₂ ve N₂ gazları ya da gaz karışımları ile doldurulmakta, bununla birlikte uygun depolama şartları ile aerobik mikroorganizmaların, proteolitik bakterilerin, maya ve küflerin gelişimi inhibe edilmekte ve oksidatif bozulmalar geciktirilmektedir (Swiderski ve ark. 1997, Erkan ve ark. 2000, Zanderighi 2001, Lamikanra 2002).

İlk olarak 19. yüzyılda Fransız kimyager Berard, tarımsal ürünlerde modifiye atmosferin raf ömrüne etkisi konusunda bir çalışma yapmış ve sonuçta meyvelerin anaerobik koşullarda olgunlaşmadığını saptamıştır. 1920' lerde ise Kidd ve West, oksijen ve karbondioksitin elma, armut ve üzüksü meyvelerin raf ömrünü nasıl etkilediğini araştırmış ve düşük seviyedeki O₂ ile yüksek seviyedeki CO₂' in kullanıldığı depolama koşullarının, raf ömrünü uzattığını ortaya koymuştur (Lamikanra 2002). Bu yöntem, 1930' lu yıllarda elmaların gemi ile uzun mesafelere taşınmasında kullanılmaya başlanmış, aynı dönemde farklı bölgelere taşınmak üzere paketlenen sığır etlerinde karbondioksit konsantrasyonundaki artışın, ürünün raf ömrünü % 100 arttırdığı görülmüştür (Davies 1995). Gelişen teknoloji ve araştırmalar sonucu modifiye atmosferde paketlenme tekniği, şu an taze meyve ve sebzeler ile ürünleri, et ve ürünleri, balık, unlu mamüller, çay, kahve gibi pek çok gıda çeşidi için kullanılmaktadır (Phillips 1996).

Taze meyve - sebzelerin hücre yapısında bulunan nişasta, şeker, organik asit gibi bileşikler, solunumla alınan oksijen tarafından okside edilirken; su, CO₂, etilen gibi metabolizma ürünleri ve ısı açığa çıkmaktadır (Üçüncü 2000, Farber ve ark. 2003). Solunum sonucu açığa çıkan CO₂ ve etilen gibi metabolitlerin kontrol altına alınamaması, üründe fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal bozulmalara neden olmaktadır. MAP uygulaması ile, ambalaj içindeki oksijen oranının sınırlandırılması sonucu, ürünün solunum hızının kontrol altına alınması ve buna bağlı olarak raf ömrünün uzatılması sağlanmaktadır (Day 1993, Sanjeev ve Hamesh 2006, Üstünel ve ark. 2008)

Modifiye atmosferde paketlemenin raf ömrü üzerindeki etkisi; ürün çeşidine, hammaddenin başlangıç kalitesine, gaz karışımına, depolama sıcaklığına, işleme ve paketleme esnasındaki hijyene, gaz / ürün hacim oranına ve paketleme materyalinin koruma özelliklerine bağlıdır (Ahvenainen 2000, Jaime ve ark. 2001, Sivertsvik ve ark. 2002, Sivertsvik ve ark. 2003).

Modifiye atmosferde ambalajlamanın avantajları ve dezavantajları aşağıda verilmiştir (Sivertsvik ve ark. 2002, Anonim 2007).

Avantajları:

- Raf ömrünü % 50 - 400 oranında uzatması,
- Daha uzun raf ömrü nedeniyle ekonomik kayıpları azaltması,
- Yüksek kalitede ürün sağlaması,
- Atıkları minimize etmesi,
- Dağıtım masraflarını azaltması,
- Porsiyonlama imkanı sağlaması,
- Kokusuz ve kullanışlı paketleme olanağı tanınmasıdır.

Dezavantajları:

- Maliyetin yükselmesi,
- Sıcaklık kontrolü gerektirmesi,
- Her ürün tipi için farklı gaz kombinasyonu gerektirmesidir.

Çizelge 2.4' te hava atmosferi ve modifiye atmosfer ortamında paketlenen bazı ürün gruplarının raf ömürleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2.4. Hava Atmosferi ve Modifiye Atmosfer Ortamında Ambalajlanan Bazı Ürün Gruplarının Raf Ömürleri (Blakistone 1998)

Ürün	Hava Atmosferinde Ambalajlama	Modifiye Atmosfer Ortamında Ambalajlama
Sığır eti ^a	4 gün	12 gün
Tavuk ^a	6 gün	18 gün
Pişmiş et ^a	7 gün	28 gün
Balık ^a	2 gün	10 gün
Ekmek ^b	7 gün	21 gün
Kahve çekirdeği ^b	3 gün	548 (18 ay)

^a 4 °C' de depolama, ^b 21 °C' de depolama

MAP teknolojisinde, paket içerisinde modifiye edilmiş atmosfer ortamının oluşması iki şekilde sağlanmaktadır. Birinci yöntem; paket içerisine gaz verilmeden, istenen modifikasyonun ürünün solunumuyla birlikte ortamda kendiliğinden oluşması şeklindedir (pasif modifikasyon). Ambalaj içindeki havada bulunan oksijen, paket içine konan ürünün solunumuyla birlikte azalırken, karbondioksit oranı gittikçe artmakta; solunum, artan CO₂ konsantrasyonu ile birlikte azalmakta ve bir süre sonra denge gaz bileşimi oluşmaktadır. İkinci yöntemde ise paket, vakum işlemi uygulandıktan sonra arzu edilen gaz ya da gaz karışımı ile doldurulmaktadır (aktif modifikasyon). Bu yöntem denge gaz bileşiminin daha hızlı sağlanması, ortamdaki gaz konsantrasyonlarının daha kontrollü olması ve kalitenin daha iyi korunabilmesi gibi üstünlüklere sahiptir (Das 2004, Kılınç ve Çaklı 2004).

Modifiye atmosferde paketlemede kullanılan 3 temel gaz oksijen, karbondioksit ve azottur. Ürün ihtiyacına göre çoğu zaman bu gazların iki veya üçlü kombinasyonları kullanılmaktadır (Phillips 1996, Kılınç ve Çaklı 2004).

Karbondioksit, bakteriyostatik ve fungistatik özellikleri nedeniyle modifiye atmosferde paketlenmiş ürünler için en önemli gazdır. Çoğu bozulma yapan aerobik bakterilerin ve küflerin gelişimini engellemekte, inhibisyon oranı artan karbondioksit konsantrasyonu ile yükselmektedir. Ayrıca yapıdaki

proteinlerin fizikokimyasal özelliklerini değiştirerek, enzimlerin aktivite göstermesini engellemekte; hücre içi pH değişimi sonucu, hücre zarından penetre olarak bu mikroorganizmaların faaliyetini sınırlamaktadır (Hotchkiss 1988, Farber 1991).

Olumlu etkilerinin yanı sıra, çok yüksek seviyelerde kullanılan karbondioksit gazı, anaerobik ortam yaratarak *Clostridium* grubu mikroorganizmaların gelişmesine neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra yüksek CO₂ düzeyi, aroma ve nem kaybı, renk bozulması, bitkisel dokularda hasar ile ambalajda deformasyon yapma gibi olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir (Xiong 1999, Sivertsvik ve ark. 2002, Anonim 2007).

Azot, tatsız ve inert özellikte olup, modifiye atmosfer paketlemede düşük çözünürlüğü nedeniyle "doldurma / denge gazı" olarak kullanılmaktadır. Oksidatif acılaşmayı geciktirmek için oksijene duyarlı ürünlerde O₂ ile yer değiştirerek, oksidasyonu engellemekte ve aerobik mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmektedir (Farber 1991, Parry 1993, Sivertsvik ve ark. 2002, Anonim 2007).

Modifiye atmosfer ortamında paketlemede, mümkün olduğunca az O₂ kullanımı, aerobik mikroorganizmaların gelişimini sınırlamaktadır. Ayrıca oksidasyona duyarlı besin öğelerinin (askorbik asit, karotenoidler, fenolik maddeler gibi), azalan ortam oksijeni ile birlikte korunması sağlanmakta ve tat - aroma bozulmaları geciktirilmektedir.

Modifiye atmosferde paketlenen meyve ve sebzelerde metabolik faaliyetlerin devam etmesi, et ürünlerinde kırmızı parlak rengin korunması, balık ve sebze gibi gıdalarda anaerobik organizmaların gelişiminin inhibe edilmesi için ortamda bir miktar oksijen gazının bulunması istenmektedir. Meyve - sebzelerin modifiye atmosferde paketlenmesinde tavsiye edilen oksijen oranı % 1- 5 arasında değişmektedir (Day 1993, Exama ve ark. 1993, Moleyar ve Narasimham 1994, Anonim 2007).

Çizelge 2.5' te minimal işlem görmüş sebzelerin modifiye atmosferde paketlenmesi sırasında kullanılması önerilen gaz miktarları belirtilmiştir.

Çizelge 2.5. Minimal İşlem Görmüş Sebze Üretiminde Kullanılması Önerilen Gaz Oranları (Gorny 2001)

Minimal İşlem Görmüş Sebzeler	Sıcaklık	Oksijen (%)	Karbondiyoksit (%)
Patates	0 - 5 °C	1 - 3	6 - 9
Balkabağı	0 - 5 °C	2	15
Havuç	0 - 5 °C	2 - 5	15 - 20
Brokoli	0 - 5 °C	2 - 3	6 - 7
Lahana	0 - 5 °C	5	5
Marul (Iceberg)	0 - 5 °C	0.5 - 3	10 - 15
Mantar	0 - 5 °C	3	10
Soğan	0 - 5 °C	2 - 5	10 - 15
Biber	0 - 5 °C	3	5 - 10
İspanak	0 - 5 °C	0.8 - 3	8 - 10
Domates	0 - 5 °C	3	3
Kabak	5 °C	0.25 - 1	-
Pırasa	0 - 5 °C	5	5

Modifiye atmosferde paketlemede kullanılan ambalaj materyalleri istenen raf ömrüne göre etkin koruma özelliklerine sahiptir. Genel olarak kullanılan modifiye atmosfer ambalaj polimerleri poliester, polietilen, polietilenterefitalat, polipropilen ve polivinilklorürdür. Paketleme işleminin amaçlarından biri, ürünün tüketimini engelleyen ve duyu kalitesini etkileyen bozulmaların önlenmesidir. Kullanılan ambalaj, ürün için oksijen, nem, aroma ve ışık bariyeri görevi yapmaktadır (Mathlouthi and Leiris 1990, Stöllman ve ark. 1994, Lee ve ark. 1996, Kılınc ve Çaklı 2004).

Son zamanlarda bahçe ürünlerinin belirli gaz ve nem geçirgenliğine sahip polimerik filmlerle ambalajlanıp, düşük sıcaklıkta depolanması yönündeki uygulamalar artış göstermiştir (Das 2004).

Meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde paketlenmesinde kullanılan ambalaj materyalinin seçiminde dikkate alınan başlıca özellikler; ambalajın

gaz ve su buharı geçirgenliği, mekanik özellikleri, saydamlığı ve yapıştırılabilirlik özelliğidir (Day 1993, Lee ve ark. 1996).

Taze meyve ve sebzeler ambalajlandıklarında; ürün solunumunu sürdürdüğü ve ortamdaki oksijen tüketilip, karbondioksit ile su üretildiği için, başlangıçtaki gaz bileşimi depolama sürecinde değişmektedir. Eğer gaz geçirgenlik değerleri gereğinden düşük olan ambalaj materyalleri kullanılırsa; ortamdaki oksijen tamamen tüketilerek, ürün için olumsuz etkileri olan anaerobik solunum başlayacaktır. İşte bu nedenle taze meyve ve sebze gibi solunum yapan ürünlerin ambalajlanmasında, solunum hızıyla gaz bileşimi arasındaki dengeyi sağlayacak düzeyde geçirgenliğe sahip ambalaj filmlerinden yararlanılmalıdır. Yani ideal bir ambalajlama sisteminde, ambalaj içerisindeki gıdanın aerobik solunumu için gerekli oksijen kullanım hızı, dışarıdan içeriye giren oksijenin hızına eşit olmalıdır. Ayrıca aerobik solunum sonucu oluşan karbondioksit hızı da, dışarı akan karbondioksite eşitlenmelidir (Jenkins ve Harrington 1991, Day 1993, Üçüncü 2000).

Meyve - sebzelerin solunum hızı, dokuların metabolik aktivitesinin bir göstergesidir. Bu hızı, tüketilen O₂ ya da üretilen CO₂ cinsinden ölçebilmek mümkündür. Çizelge 2.6' da sebzelerin farklı sıcaklıklardaki solunum hızlarına ilişkin sınırlar verilmiştir.

Çizelge 2.6. Bazı Sebzelerin Farklı Sıcaklıklardaki (CO₂ cinsinden) Solunum Hızları (mL / kg.h) (Pala ve ark. 1994)

Ürün	0 °C	4 - 5 °C	10 °C	15 - 16 °C	20 - 21 °C
Patates	-	3 - 9	7 - 10	6 - 12	8 - 16
Y. fasülye	20	35	58	93	130
Marul	6 - 17	13 - 20	21 - 40	32 - 45	51 - 60
Domates	-	-	13 - 16	24 - 29	24 - 44
Biber	-	10	14	23	44
Ispanak	19 - 22	35 - 58	82 - 138	134 - 223	172 - 287
Pırasa	10 - 20	20 - 29	50 - 70	75 - 117	110
Mantar	28 - 44	71	100	-	264 - 316

Çizelge 2.7' de bazı sebzeler solunum hızlarına göre gruplandırılmıştır.

Çizelge 2.7. Solunum Hızlarına Göre Bazı Sebzelerin Sınıflandırılması
(Day 1993, Robertson 1993).

Kategori	10 °C' deki Solunum Hızı (mL CO ₂ / kg. h)	Ürünler
Düşük	< 10	Soğan Lahana Kereviz Hıyar Domates Marul
Orta	10 - 20	Havuç Patates Marul Lahana Turp
Yüksek	20 - 40	Karnabahar Brüksel Lahanası Kereviz Kuşkonmaz Pırasa
Çok Yüksek	40 - 60	Ispanak Fasulye Patlıcan Dereotu
Aşırı Yüksek	60 <	Havuç Mantar Brokoli Fasulye

Paketlemede kullanılan ambalaj filminden gazların geçişi; filmin yapısı, kalınlığı, alanı, filmin her iki tarafındaki gazların konsantrasyonu ve basınç farklılığı, sıcaklık ve bağıl nem gibi faktörlere bağlıdır (Üçüncü 2000).

Çizelge 2.8' de çeşitli ambalaj materyallerinin bazı özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.8. Bazı Plastik Filmlerin Özellikleri (Heiss 1980)

Plastik filmler (25 µm)	Su buharı geçirgenliği (g / m ² . gün) 37 °C ve % 0 - 85 bağıl nemde	Oksijen geçirgenliği (cm ³ / m ² .gün.atm) 23 °C' de	Karbondioksit geçirgenliği (cm ³ / m ² .gün.atm) 23 °C' de
LDPE	20	6000 - 7000	30000 - 35000
HDPE	10	600 - 2000	8000 - 10000
BOPP	4 – 6	2000 - 2500	7500 - 8500
PVC	30 – 40	150 - 350	450 - 1000
PS	70 – 240	4500 - 6000	21000 - 35000

LDPE: alçak yoğunluklu polietilen, HDPE: yüksek yoğunluklu polietilen,
BOPP: çift yönlü gerdirilmiş polipropilen, PVC: polivinilklorür, PS: polistiren

Polipropilen, çok yaygın kullanılan plastikler arasında en hafif olanıdır. Genelde 165 - 170 °C gibi yüksek erime noktasına sahip olması, yumuşamaksızın 120 °C' ye kadar kullanımını sağlamaktadır. Bu filmin mekanik - fiziksel özelliklerini değiştirmek, nem geçirgenliğini azaltmak, sıcaklık dayanımını arttırmak ve kimyasal direncini yükseltmek amacıyla germe işlemi uygulanmaktadır. Tek (monoaxially oriented - OPP) veya çift (biaxially oriented - BOPP) yönlü gerdirilmiş polipropilenin tüm özellikleri, gerdirilmemiş olanından çok üstündür. Çift yönlü gerdirme ile, tek yönlü gerdirilmede görülen yırtılma - çatlama durumu ortadan kaldırılabilen ve bariyer özelliği iyileştirilmektedir. Polipropilen filmler, yüksek yoğunluklu polietilen ile benzerlik göstermekle birlikte, daha parlak ve durudur. Düşük maliyeti ve termal stabilitesi bu filmin kullanımını daha da yaygınlaştırmıştır (Stöllman ve ark. 1994, Üçüncü 2000, Varoquaux ve Mazollier 2002, Lin ve ark. 2007).

Batu ve Thompson (1998) pembe domatesleri, hasat sonrası polietilen (20 µ ve 50 µ kalınlığında), polivinilklorür ve polipropilen filmlerle paketlenmiş ve herbir ambalaj materyalinin sebzenin yapısında meydana getirdiği değişimleri incelemiştir. Kullanılan ambalaj materyallerinden polipropilen ile 50 mikron kalınlığındaki polietilen filmin 30 gün sonunda renk, sertlik ve ağırlık kaybını korumada en iyi sonucu verdiği, 60 günlük depolama

sonrasında bile bu filmlerle paketlenen domateslerin çok düşük düzeyde kalite kaybına uğradığı bildirilmiştir.

Modifiye atmosferde uygun filmle paketlenmiş meyve ve sebzelerin düşük sıcaklıklarda depolanması, ürünün raf ömrünü etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Nitekim bu ürünlerde sıcaklığın 10 °C artması, metabolizmayı hızlandırarak solunumun 2 - 2.5 kat artmasına neden olmaktadır (Üçüncü 2000). Çizelge 2.9' da farklı sıcaklıklarda depolanan bütün, yarım ve dilimlenmiş iki patates çeşidinin solunum hızları görülmektedir.

Çizelge 2.9. Minimal İşlem Görmüş Patateslerin Solunum Hızı (Toivonen ve DeEll 2002)

Çeşit	İşlenmiş Formu	Solunum Hızı (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	
		0 - 2.5 °C	10 °C
Bintje var.	Tüm	3.0	9.0
	Yarım	4.0	12.0
	Dilimlenmiş	5.0	20.0
Van Gogh var.	Tüm	4.0	10.0
	Yarım	4.0	11.0
	Dilimlenmiş	6.0	20.0

Patates (*Solanum tuberosum L.*), boyu 60 - 80 cm arasında değişen, beyazımsı - pembemsi çiçekler açan otsu bir bitkidir. Bitkinin yumruları toprak altında bulunur ve nişasta bakımından zengindir. Güney Amerika kökenli bir bitki olan patates, günümüzde deniz seviyesinden 4000 m yüksekliğe, 70. kuzey enleminden 50. güney enlemine kadar çok geniş bir alana yayılmış bulunmaktadır. Böylesine geniş bir yayılma alanına sahip olması, bu sebzenin gerek yetiştirme tekniği, gerekse hasat sonrası uygulamaları (depolama, pazarlama, tüketim vb.) açısından bölgelere göre önemli farklılıklar göstermesine neden olmaktadır. Ülkemizin ılıman kuşak üretim sistemi içerisinde özellikle Niğde ve Nevşehir yöreleri, toprak yapılarının da uygun olması nedeniyle, patates tarımının çok yoğun

yapıldığı, dünyanın en verimli patates bölgelerinden biri durumundadır (Çalışkan 2001).

Patates, taze tüketim veya endüstriyel pazarda kullanımına göre sınıflandırılabilir. Taze olarak tüketilebilen cinsler, *Morfon* ve *Gronala*; dondurulmuş patates üretiminde tercih edilen cinsler, *Russet*, *Burbank*, *Shepody*; hem taze olarak, hem de dondurulmuş patates üretiminde kullanılan cinsler ise *Felsina*, *Innovator*, *L' Olympie*, *Morene*, *Remarka*, *Russet*, *Shepody*, *Vangogh*, *Victoria* ve *Agria*'dır ².

Çizelge 2.10' da Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı' na (USDA) göre patatesin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Çizelge 2.10. Patatesin Kimyasal Bileşimi (Anonim 2006b)

Bileşen	Birim	100 g' daki Değer
Su	g	79.34
Enerji	kcal	77
Protein	g	2.02
Yağ	g	0.09
Kül	g	1.08
Karbonhidrat	g	17.47
Lif	g	2.2
Toplam Şeker	g	0.78
Nişasta	g	15.44
Kalsiyum, Ca	mg	12
Fosfor, P	mg	57
Potasyum, K	mg	421
Magnezyum, Mg	mg	23
Vitamin C	mg	19.7
Vitamin A, IU	iu	2
Vitamin E (alpha-tokoferol)	mg	0.01
Folik Asit	mçg	16

* USDA National Nutrient Database for Standard Reference 2006

Gorny (2001), minimal işlem görmüş patateslere yönelik yaptığı çalışmada, doğranmış patateslerde % 1 - 3 O₂ ve % 6 - 9 CO₂ içeren atmosfer ortamının ve 0 - 5 °C' lik depolama koşullarının olumlu sonuç verdiğini bildirmiştir.

Farklı ambalaj materyallerinin ve dilimleme şeklinin, minimal işlem görmüş patateslerde meydana getirdiği renk değişimine yönelik yapılan bir araştırmada, L - sistein (% 0.5) ve sitrik asit (% 2) karışımının esmerleşmeyi önlediği saptanmış; yüksek geçirgenliğe sahip çok katlı polyolefin ambalajın içerisindeki ortamı ağırlıklı olarak azot gazı ile modifiye etmenin, diğer modifiye ortamlara kıyasla raf ömrünü uzattığı görülmüştür. Sistein, fenolik substratlarla veya o - kinonlarla reaksiyona girerek, renkli bileşiklerin oluşumunu önlemekte; sitrik asit ise pH' yı düşürerek ve polifenoloksidaz enziminin yapısındaki bakır ile çelat yaparak enzimi inaktive etmektedir. Her iki kimyasalın kombinasyonu sinerjistik etki yaratarak, ürünü korumada en yüksek etkinliği göstermiştir. Aynı zamanda el ile veya alkali ile kabuk soyma kalite (özellikle esmerleşme ve solunum hızı) açısından olumlu sonuç verirken, mekanik yolla kabuk soymada kalite düşük bulunmuştur. Sözü edilen teknik ve soğukta muhafaza (2 °C) ile ürünün raf ömrü 3 haftaya kadar uzatılabilmektedir (Güneş ve Lee 1997).

Cacace ve ark. (2002), minimal işlem görmüş patates üretiminde, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ambalajlarda % 0.5 O₂ ve % 95.5 N₂ gazından oluşan modifiye atmosfer ortamında paketleme öncesi, inhibitör olarak % 1 N-acetyl-L-cysteine (NALC), % 1 diethylenetriamin pentaasetik asit (DTPA) ve % 5 erithorbik asit - % 1 sitrik asit (EACA) kullanmış ve patatesleri 1 °C ve 6 °C' de depolayarak uygulamaların kalite üzerine etkilerini incelemiştir. 0, 7, 14 ve 21. günlerde yapılan analiz sonuçlarına göre kullanılan tüm kimyasallar düşük depolama sıcaklığı (1 °C) ile birlikte renk değişimlerini, mikrobiyal gelişmeyi ve duyu bozulmaları geciktirmiş ve 14 gün boyunca etkin koruma sağlamıştır.

Molnar-Perl ve Friedman (1990) yaptıkları benzer bir çalışmada, dilimlenmiş *Russet Burbank* cinsi patatesleri N-asetil-L-sistein çözeltisi ile muamele etmenin esmerleşmeyi engellediğini belirlemiştir. Rocculi ve ark.

(2007) ise minimal işlenen patateslerde esmerleşme inhibitörü olarak genellikle % 0.5 - 2 konsantrasyonunda L - sistein, sitrik asit ve / veya askorbik asit kullanıldığını belirtmiştir.

Meyve ve sebzelerde gerçekleşen esmerleşme düzeyiyle ilişkili olarak, parlaklık indeksi olan L değeri 100 ise renk beyaz; 0 ise renk siyahtır (Kaaber ve ark. 2002, McConnell ve ark. 2005).

Cacace ve ark. (2002)' nın bildirdiğine göre; O'Beirne ve Ballantyne (1987) ile Güneş ve ark. (1997) çeşitli esmerleşme inhibitörlerinin uygulandığı patateslerde mikrobiyal durumu incelemiş, sonuçta her iki araştırmacı grubu da kimyasal uygulamalarının mikrobiyal gelişmeyi büyük oranda yavaşlattığını; depo atmosferinin ise tek başına aynı etkiyi gösteremediğini ortaya koymuştur.

Lee ve ark. (2002a), bazı inhibitörler ile soğan ekstraktının, patateslerde bulunan polifenoloksidaz enziminin aktivitesini önlemedeki rolünü araştırmıştır. Hiçbir uygulama yapılmayan örneklerde söz konusu enzimin aktivitesi % 100 kabul edilmiş, taze soğan ekstraktı uygulamasında bu oran % 44.4' e, ısıtılmış soğan ekstraktı uygulamasında % 9.6' ya, askorbik asit uygulamasında % 56.7' ye, sitrik asit uygulamasında % 80.4' e, sodyum piroşülfat uygulamasında % 0.3' e, potasyum sorbat uygulamasında ise % 76.8' e düşmüştür.

Beltran ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada minimal işlem görmüş patates dilimlerinin farklı sanitize edici maddelerle (sodyum sülfat, sodyum hipoklorit, ozon) muamelesinden sonra vakum ya da modifiye atmosferde paketlenen, ürünün mikrobiyal ve duyuşal kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Vakum altında paketlenen ve ardından 4 °C' de depolanan patatesler 14 gün boyunca duyuşal kalitesini korumuş; modifiye atmosferde depolanan patateslerde ise, bir süre sonra koku problemi oluşturan sodyum sülfat uygulaması diğerlerine göre duyuşal ve mikrobiyal açıdan en iyi sonucu vermiştir. Tek başına ozon uygulaması ise kaliteyi korumada yetersiz kalmıştır.

Mikrobiyal yük yönünden incelenen minimal işlem görmüş patates, havuç, ıspanak, dolma biber ve hıyarların, 50 ppm klor içeren elektrolize

suya daldırılması veya bu suyun hammaddeye püskürtülmesi ile bakteriyel yük önemli düzeyde azaltılmış, buna karşın doku pH' sı ve yüzey renginde değişme olmamıştır (Izumi 1999).

Ertürk ve Picha (2007), minimal işlem görmüş patates dilimi üretiminde düşük, orta ve yüksek geçirgenlikte çok katlı polyolefin ambalajlarla paketledikleri ve 14 gün boyunca 2 °C ve 8 °C' de depoladıkları tatlı patateslerin besinsel kalitesini incelemiştir. Sonuçlar, kullanılan paket türünün karbonhidrat bileşimini ve besinsel içeriği çok da fazla etkilemediğini, sadece yüksek geçirgenlikteki ambalajın daha fazla ağırlık kaybına neden olduğunu, depolama boyunca oluşan besinsel kayıpların 8 °C' de depolanan örneklerde daha fazla gerçekleştiğini göstermiştir. Toplam karotenoid madde miktarı, düşük geçirgenlikteki ambalajla paketlenen patateslerde daha iyi korunmuş ve 14 günlük depolama sonrasında 5.44 mg / 100 g seviyesinde bulunmuştur. 2 °C' de depolanan örneklerde ise bu değer 5.0 mg / 100 g olarak bildirilmiştir.

O'Beirne ve Ballantyne (2007), patates dilimlerini 25 µ kalınlığındaki düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ambalaj içinde, % 5 O₂, % 10 CO₂ içeren atmosfer ortamında paketlemiştir. 5 °C' de depolanan örnekler 3 gün sonunda denge gaz içeriğine ulaşmış ve gaz bileşimi % 3 - 4 CO₂ ve % 1 - 2 O₂ olarak tespit edilmiştir. % 10 askorbik asit çözeltisine daldırılıp, modifiye atmosferde paketlenen patateslerde esmerleşme 1 hafta, vakum altında poliester filmle paketlenen patateslerde ise 2 hafta ertelenebilmiştir.

Tudela ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada hava atmosferi (pasif modifikasyon), modifiye atmosfer ($5.2 \times 10^{-15} \text{ mol s}^{-1} \text{ mm}^{-2} \text{ Pa}^{-1} \text{ CO}_2$ ve $2.9 \times 10^{-15} \text{ mol s}^{-1} \text{ mm}^{-2} \text{ Pa}^{-1} \text{ O}_2$ geçirgenliğine sahip olan düşük yoğunluklu polietilen ambalajlarda - 4 °C' de) ve derin dondurucuda (-22 °C' de) muhafaza edilen *Agria*, *Cara*, *Liseta*, *Monalisa* ve *Spunta* çeşitlerine ait minimal işlenmiş patates dilimlerindeki C vitamini kaybını araştırmıştır. Hava atmosferinde muhafaza edilen *Spunta* çeşidinde 6 gün sonunda C vitamini miktarında % 26 oranında düşüş gözlenirken; *Agria* çeşidinde % 12 oranında artış görülmüştür. Bu artış depolama sürecinde kimi zaman patatesteki C vitamini biyosentezinin devam etmesine bağlanmıştır. İki günlük

muhafaza sonrasında modifiye paketlerde 8.2 - 9.8 kPa CO₂ ve 3.1 - 3.8 kPa O₂ saptanmış ve bu koşullardaki ürünün askorbik asit miktarı, havada depolananlardan % 14 – 34 oranında daha düşük bulunmuştur. Dondurulan *Spunta* çeşidinde ise 5 hafta sonunda % 23 oranında askorbik asit azalışı görülürken, *Agria* çeşidinde bir değişim gözlenmemiştir. Sonuç olarak ürünün askorbik asit içeriği hava atmosferinde 6 gün boyunca 4 °C' de korunarak en yüksek değeri göstermiş; MAP koşullarında ve -22 °C' de derin dondurucuda muhafaza etmenin, ticari olarak askorbik asidin korunması için elverişsiz olduğu saptanmıştır.

Benzer bir çalışmada, McConnell ve ark. (2005), minimal teknikle işledikleri iki önemli ticari çeşide ait dilimlenmiş tatlı patatesleri, hava atmosferi ve modifiye atmosfer (MA) koşullarında muhafaza etmiş ve her iki ürünlerdeki fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri incelemiştir. Düşük ve yüksek oksijen geçirgenliğine sahip ambalajlara % 5 O₂, % 4 CO₂ ve % 91 N₂ gazından oluşan karışım verilmiştir. 0, 3, 7, 10 ve 14. günlerde yapılan analizlerin sonuçlarına göre, 4 °C' de hava atmosferinde depolanan patatesler 7 gün, MA ortamındakiler 14 gün dayanım göstermiş ve Tudela ve ark. (2002)' nin yaptıkları çalışmanın aksine, en az düzeyde kalite kaybına uğramıştır. Yüksek oksijen geçirgenliğine sahip filmin (7000 cm³/ atm/ m²/ 24 h) istenmeyen kalite değişimlerine ve mikrobiyal gelişmeye neden olduğu görülmüştür. Düşük oksijen geçirgenliğine sahip film (3000 cm³/ atm/ m²/ 24 h), kalitenin korunması bakımından daha iyi sonuç vermiş, MAP koşulları doku sertliği, kurumadde, askorbik asit, nişasta miktarlarında daha az kayba neden olmuştur. Ayrıca MA koşullarında aerobik ve enterik bakteriler de daha az sayıda bulunmuştur. Aynı çalışmada patateslerdeki karotenoid madde miktarları 6.7 - 7.4 mg / 100g, askorbik asit miktarları 14.7 - 15.4 mg / 100 g arasında saptanmıştır.

Çiğ haldeyken ve pişirildikten sonra doğranmış 14 patates çeşidinde, fenolik asitlerin büyük oranda klorojenik asit ve türevleri ile kafeik asitten oluştuğu ortaya konmuştur. Toplam fenolik asit miktarı, pişirilip doğranmış örneklerde 1.9 - 44.0 mg / 100 g arasında, çiğ patateslerde ise 25.0 - 35.0 mg / 100 g arasında saptanmıştır. Aynı çalışmada 9 kereviz çeşidindeki

fenolik asitlerin miktarı da incelenmiştir. Kereviz örneklerinde ağırlıklı olarak ferulik asit, vanilik asit ve p-kumarik asit saptanmış ve toplam miktarları 13 mg / 100 g düzeyinde bulunmuştur (Mattila ve Hellström 2007).

Teow ve ark. (2007), farklı genotiplerde ve farklı et rengine sahip 19 patates çeşidinin toplam fenolik madde ve β - karoten miktarları ile antioksidan aktivite oranını incelemiş, sonuçta beyaz et rengine sahip patateslerdeki antioksidan aktivite oranı en düşük, mor et rengine sahip patateslerdeki antioksidan aktivite oranı ise en yüksek değerde bulunmuştur. % 24.7 - 34.9 arasında toplam kurumaddeye sahip patateslerin antioksidan aktivite oranı ile toplam fenolik madde ve β - karoten değerleri arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır.

Karadeniz ve ark. (2005), piyasadan temin edilen bazı meyve (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) ve sebzelerin (patates, soğan, taze soğan, kırmızı turp ve kırmızı lahana) antioksidan aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada; toplam fenolik maddelerin, meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerine önemli katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Patateslerde antioksidan aktivite oranı % 14.2, toplam fenolik madde miktarı 553 mg kateşin / kg düzeyinde saptanmıştır.

Patates, 2 mg / 100g A vitamini, 22 mg / 100g C vitamini (askorbik asit) içermektedir (Anonim 2008). Çalışkan (2001) ise farklı olgunlaşma grubuna giren bazı patates çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerine yönelik yaptığı çalışmada, yumruların kurumadde oranlarını % 18.58 - 22.02 arasında, ortalama % 19.75 olarak saptamıştır. Çalışmada kullanılan farklı çeşitlerden en düşük kurumadde oranına sahip çeşidin 'Agria' olduğu bildirilmiştir.

Ülkemizde yapılan geleneksel bir tatlımızın hammaddesini oluşturan balkabağı (*Cucurbita moschata*), özellikle karotenoidler yönünden oldukça zengindir (Murkovic ve ark. 2002). Ancak ön işlemleri oldukça zahmetli olduğu için, tüketiciler genellikle bu sebzenin doğranmış ve dilimlenmiş halini tercih etmektedir.

Balkabağının kökeni Kuzey ve Güney Amerika'ya dayanmaktadır. Sebze, oldukça dayanıklı olup, hasat edildikten sonra 50 - 55 °F sıcaklıkta ve % 50 - 70 bağıl nemde 5 - 10 ay muhafaza edilebilmektedir (Schultheis

1998). Ancak depolama süresince yapıda bulunan nişasta, hızlı bir şekilde şekere dönüşmekte ve toplam karbonhidrat miktarı azalmaktadır³.

Balkabağı, hasat sonrası kalitesini uygun koşullarda uzun süre koruyabilmesine rağmen; büyük ve ağır yapısı nedeniyle, taşıma, depolama, pazarlama, dağıtım vb. aşamalarda problem yaratmaktadır. Dolayısıyla sebze minimal işleme tekniğiyle, depolama ve kullanım için daha ticari bir nitelik kazanmakta; aynı zamanda atıkların da azaltılması sağlanmaktadır (Habibunnisa ve ark. 2001, Azevedo - Meleiro ve Rodriguez - Amaya 2007). Tek sezonda üretimi yapılan bir sebze olması nedeniyle de, balkabağının uygun muhafaza teknikleri ile bozulma etmenlerine karşı koruma altına alınması gerekmektedir (Kowalska ve ark. 2008).

Balkabağı, tatlı ya da tuzlu ürün şeklinde tüketiminin yanı sıra, püre haline getirilerek, marmelat, jele ve şekerleme üretiminde de kullanılmaktadır (Dutta ve ark. 2006). Ayrıca kurutularak elde edilen ve uzun süre depolanabilen balkabağı unu, ticari olarak ekmek, kek gibi ürünlerin formülasyonunda yer almaktadır. Böylece hem ürünlerin besleyici değeri arttırılmakta, hem de aromaları geliştirilmektedir (Lee ve ark. 2002b).

Balkabağı yüksek karoten, pektin, mineral ve vitamin içeriği nedeniyle sağlık üzerine pek çok olumlu etkide bulunmaktadır (Jun ve ark. 2006). Bunun yanı sıra son yıllarda fareler üzerinde yapılan çalışmalar, suda çözünebilir *Cucurbita moschata* ekstraktlarının, anti - obezite aktivitesinin bulunduğunu ortaya koymuştur (Choi ve ark. 2007). Ayrıca balkabağından çeşitli tekniklerle elde edilen lifler, yüksek seviyede pektin içermekte; özellikle gastrointestinal rahatsızlıklar, obezite ve kardiyovasküler hastalıklara karşı düzenleyici / önleyici etkide bulunduğu için, hazır gıdalarda katkı olarak kullanılmaktadır (Pla ve ark. 2007).

Çizelge 2.11' de Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı' na (USDA) göre balkabağının kimyasal bileşimi verilmiştir.

Çizelge 2.11. Balkabağının Kimyasal Bileşimi(Anonim 2006b)

Bileşen	Birim	100 g' daki Değer
Su	g	91.60
Enerji	kcal	26
Protein	g	1.00
Yağ	g	0.10
Kül	g	0.80
Karbonhidrat	g	6.50
Lif	g	0.5
Toplam Şeker	g	1.36
Kalsiyum, Ca	mg	21
Fosfor, P	mg	44
Potasyum, K	mg	340
Vitamin C	mg	9.0
Vitamin A, IU	ıu	7384
Vitamin E (alpha-tokoferol)	mg	1.06
Alfa Karoten	mcg	515
Beta Karoten	mcg	3100

* USDA National Nutrient Database for Standard Reference 2006

Habibunnisa ve ark. (2001), oda sıcaklığında yüksek solunum hızına sahip balkabaklarının, minimal yöntemle işleme sonrası modifiye atmosfer koşullarında depolanmasıyla, ürünün minimum ağırlık kaybı ve besinsel kayıpla 5 ± 2 °C' de 25 gün boyunca korunabildiğini ortaya koymuştur. Aynı çalışmada % 0.2 sitrik asit ve % 0.1 K - metabisülfite çözeltisi ile muamele edilen balkabaklarında, depolamanın sonlarına doğru nem, C vitamini ve karotenoid içeriklerinde azalma olmuş; toplam kurumadde, asit ve toplam şeker miktarlarında ise hafif bir artış görülmüştür. Polipropilen ambalajlarda paketlenen balkabaklarında % 0.08, LDPE ambalajlarda paketlenenlerde % 0.06 oranında ağırlık kaybı gerçekleşmiştir. Depolama sonunda toplam mezofilik bakteri sayısı 3.24×10^5 kob / g' a, koliform bakteri sayısı ise 2.5×10^4 kob / g' a ulaşmıştır.

Murkovic ve ark. (2002), farklı balkabağı çeşitlerinin karotenoid içerikleri üzerine yaptıkları araştırmada, toplam karotenoid miktarlarının 41.6 - 130.4 mg / kg arasında değiştiğini ve çeşitler arasında bulunan

Cucurbita moshata' nın β - karoten ve lutein yönünden oldukça zengin olduğunu saptamıştır. Yüksek karoten içeriğine sahip balkabaklarında renk turuncu iken; düşük düzeyde karoten içeren çeşitlerin açık sarı renkte olduğu bildirilmiştir.

Hidaka ve ark. (2007), farklı et rengine sahip balkabaklarının karotenoid içeriğini araştırmış; sarı et rengine sahip *C. moshata* çeşidinin zeaksantin içermediğini; ancak bu çeşidin turuncu renkli *C. maxima'* ya göre daha yüksek A vitamini aktivitesine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Kereviz; havuç, maydanoz ve dereotunun da içinde bulunduğu "*Umbelliferae*" familyasına dahil iki yıllık bir bitkidir. Latince adı "*Apium graveolens L.*" olan kereviz, kullanılan kısımlarına göre iki varyeteye ayrılmaktadır. Bunlardan ilki sap veya yaprak kereviz (*Apium graveolens L. var. dulce*), diğeri de kök kereviz (*Apium graveolens L. var. rapaccum*) dir (Günay 1984).

Ülkemizde daha çok Marmara ve Ege Bölgesinde yetiştirilen, üretimi ve tüketiminde daha çok kök ya da yumru üzerinde yoğunlaşılın kereviz, karbonhidrat, protein, mineral ve vitaminler yönünden oldukça zengindir (Türkeş 1996).

Çizelge 2.12' de kerevizin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Çizelge 2.12. Kerevizin Kimyasal Bileşimi (Anonim 2006b)

Bileşen	Birim	100 g' daki Değer
Su	g	95.43
Enerji	kcal	16
Protein	g	0.69
Yağ	g	0.17
Kül	g	0.75
Karbonhidrat	g	2.97
Lif	g	1.6
Toplam Şeker	g	1.83
Kalsiyum, Ca	mg	40
Fosfor, P	mg	24
Potasyum, K	mg	260
Sodyum, Na	mg	80
Vitamin C	mg	3.1
Vitamin A, IU	iu	449
Vitamin E (alpha-tokoferol)	mg	0.27
Beta Karoten	mcg	270
Lutein+ Zeaksantin	mcg	283

* USDA National Nutrient Database for Standard Reference 2006

Kereviz, 3 mg / 100g A vitamini, 10 mg / 100g C vitamini (askorbik asit) içermektedir (Anonim 2008). Kök kerevizde toplam kurumadde miktarı Carnovale (1983), Günay (1984) ve Baysal (1988) tarafından sırasıyla 12 g / 100 g, 13 g / 100 g ve 11.6 g / 100 g olarak bildirilmiştir.

Vina ve Chaves (2006), ön işlemler aşamasında 100 ppm klor çözeltisi ile (pH: 6.0 - 6.5, 8 °C) 3 dakika muamele edilmiş kerevizleri minimal yöntemle işlemiştir. Ambalaj materyali olarak üst filmi PVC' den oluşan polistiren kaplar kullanılmış, örnekler 0 °C, 4 °C ve 10 °C' de depolanmıştır. Depolama boyunca meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla, kerevizlerde 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerde toplam fenolik madde, klorojenik asit, askorbik asit miktarları ile antioksidan aktivite ve esmerleşme düzeyi analiz edilmiştir. Sonuçta 0 °C' de depolanan minimal işlem görmüş kerevizlerde başlangıç antioksidan aktivite değerinin 21 gün sonunda yitirildiği ve aynı sıcaklık derecesinin esmerleşmeyi minimum düzeye

düşürdüğü saptanmıştır. Başlangıçtaki toplam fenolik madde miktarı 0.12 $\mu\text{mol} / \text{g}$ iken, 10 °C' de depolanan örnekte bu değer 21. gün sonunda % 19 artış göstermiş, 0 °C ve 4 °C' de depolanan örneklerde ise fazla bir değişim görülmemiştir. Klorojenik asit ve askorbik asit miktarları ise 14. günden sonra azalış göstermiştir.

Zhang ve ark. (2005), ozonlu su uygulamasıyla minimal işlem görmüş kerevizlerin korunmasına yönelik yaptıkları çalışmada, polifenoloksidaz aktivitesi ile solunum hızının bu uygulamayla büyük oranda azaldığını belirlemiştir. Ancak C vitamini ile toplam şeker içeriği bakımından, muamele görmeyen tanık örneklerle, uygulama yapılan örnekler arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Askorbik asit miktarı depolamanın ilk günü tüm örneklerde 7.4 mg / 100g olarak bulunmuş; zamanla kayba uğramıştır.

Minimal işlem görmüş kerevizlerde solunum aktivitesi ve fenolik maddelere yönelik yapılan başka bir çalışmada, HPLC ile yapılan fenolik madde analizi sonucu ortamda baskın olarak apigenin ve luteolin fenoliklerinin bulunduğu ve 0 °C' de muhafazanın fenolik maddelerde en az kaybı sağladığı belirlenmiştir. Kerevizlerin başlangıç toplam fenolik madde miktarı 0.21 $\mu\text{mol} / \text{g}$, antioksidan gücü 4.6 g^{-1} olarak belirlenmiştir (Vina ve Chaves 2007).

Kubzdela ve Czapski (2004) tarafından 4 farklı kereviz çeşidinin (*Mentor*, *Luna F1*, *Makar*, *Feniks*) minimal işlemeye uygunluğu araştırılmış ve hasad sonrası toplam polifenol miktarı 49.6 - 136.6 mg / 100 g, polifenoloksidaz aktivitesi 1180 - 4330 UA / 100 g arasında bulunmuştur. 6 ay depolandıktan sonra bu değerler sırasıyla 46.2 - 91.4 mg / 100 g ile 660 - 2120 UA / 100 g aralıklarında değişim göstermiştir. Çalışma sonunda enzimatik esmerleşmeye karşı en az hassasiyeti göstermesi, morfolojik yapısını ve kendine özgü rengini koruması, işlenmiş ürününün 12 gün sonra yapılan duyusal analizde en yüksek puanı alması gibi nedenlerden dolayı "*Mentor*" çeşidi minimal yöntemle işlemeye en uygun çeşit seçilmiştir.

Yağar (2004), kerevizdeki polifenoloksidazın bazı biyokimyasal özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, farklı substratlara (kateşol, pirogallol, L-dopa, p-kresol, resorsinol, tirozin) karşı enzimin aktivitesini incelemiştir. Sonuçta

kateşol için en yüksek aktivitenin 40 °C' de ve pH 7' de gerçekleştiğini, inhibitör olarak kullanılan maddelerden L - sisteinin (0.5 mM), askorbik asit, glisin, resorsinole kıyasla, enzim aktivitesini önlemede en yüksek etkinliği gösterdiğini ortaya koymuştur. Kereviz yumrusunda polifenoloksidaz aktivitesi, kateşol substratının kullanıldığı örneklerde 290 U / mL olarak saptanmıştır.

Aydemir ve Akkanlı (2006), yaptıkları benzer bir çalışmada kereviz köklerindeki polifenoloksidaz enziminin pH 7' de ve 30 °C' de en yüksek aktiviteyi gösterdiğini, CaCl₂, NaCl, BaCl₂, FeSO₄ and NiCl₂ kimyasallarının söz konusu enzime karşı etkin şekilde inhibitör etkide bulunduğunu bildirmiştir.

Reyes ve ark. (2007), bazı sebzelerde ön işlemler sırasında uygulanan kabuk soyma, kesme, dilimleme gibi dokusal parçalanmaların, sebzenin antioksidan aktivite, fenolik madde, askorbik asit ve enzim aktivitesinde meydana getirdiği değişimleri incelemiştir. 15 °C' de 2 gün depolama sonunda, doku yaralanması olan parçalanmış kerevizde, bütün haldeki kerevize göre fenolik madde miktarı % 30, antioksidan aktivite değeri % 442, fenilalanin amonyakliyz (PAL) enzim aktivitesi % 750 artış göstermiş; askorbik asit miktarında ise % 53 düşüş saptanmıştır. Askorbik asit miktarı bütün haldeki kerevizde 33.6 mg / kg, yaralanmış yapıda ise 15.6 mg / kg olarak bulunmuştur.

Vina ve Chaves (2003), minimal işlem görmüş kerevizleri soğukta depolamanın tekstür değişimleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmalarında, kerevizleri 100 ppm aktif klor içeren çözeltilerde 3 dakika bekletip, süre sonunda santrifüjledikten sonra polistiren tabaklarda PVC film ile ambalajlamıştır. 27 gün boyunca 0 °C ve 10 °C' de depolanan örneklerde, ilk günlerde tekstür artışıyla birlikte lignin miktarında da artış görülmüştür. Toplam fenolik miktarı 7. günden 14. güne kadar artış göstermiş, bu artış 10 °C' de depolanan örneklerde daha hızlı olmuş, daha sonra depolama sonuna kadar aynı değerlerde kalmıştır.

Vina ve ark. (2007), 100 ppm aktif klorla 2 dakika muamele edilen kerevizleri polietilenterefitalat (PET) tabaklarda 10 µm kalınlığındaki PVC

film ile paketlenmiş ve 0 °C' de 3 hafta depolanan örneklerdeki kalite değişimlerini izlemiştir. Diğer çalışmalardan farklı olarak, kerevizlere paketlenme öncesi ısı uygulaması (50 °C' lik sıcak suda 90 saniye bekletme ve 48 °C' lik sıcak havada 1 saat bekletme) yapılmış ve sonuçta bu işlemin duyusal üstünlük dışında başka bir avantaj sağlamadığı ortaya konmuştur.

Robbs ve ark. (2006), 5 °C' nin altında depolanan minimal işlem görmüş kerevizlerde bozulma nedenlerini araştırdıkları çalışmalarında, kesilen yüzeylerde görülen çiflenmenin yumuşama, renk değişimi, kimi zaman parçalanma ve mikrobiyal gelişmeye neden olduğunu, toplam aerobik bakteri sayısının bozulma görülen kısımlarda 10^6 - 10^8 kob / g arasında değiştiğini, bozulma nedeni mikroorganizmaların daha çok *Pseudomonas fluorescens* ve *P. marginalis* olduğunu, izole edilen *Leuconostoc mesenteroides*' in de zamanla yüzeyde salya ürettiğini ortaya koymuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak Bursa halinden satın alınan balkabağı, kereviz ve patates kullanılmıştır. Bu sebzelerin materyal olarak seçilmesinin başlıca sebepleri, solunum hızlarının birbirine yakın olması, son ürüne işleme öncesi uygulanan ön işlemlerin zahmetli oluşu, insan sağlığı ve beslenme açısından önem taşıyan vitamin, mineral ve fenolik maddelerce zengin olmalarıdır. Özellikle geleneksel bir ürünümüz olan kabak tatlısının hammaddesini oluşturan balkabağının, soyma ve dilimleme aşamaları oldukça zordur. Ön işlemleri tamamlanmış bu ürünler, yarı mamul haline getirildikleri için, sonraki üretim aşamalarında tüketicilere kolaylık sağlayacaktır.

Çalışmada ambalaj materyali olarak 190 x 144 mm boyutlarındaki ve 50 mm yüksekliğindeki polipropilen tabak ile 42 µ gözenek çapına sahip BOPP film kullanılmıştır. BOPP film, 12 µ polyester ve 30 µ OPP ile lamine edilmiş olup, gıda paketlenmesinde kullanılmaya uygundur. Filmin oksijen geçirgenliği 1775.40 cc/ m²/ gün (24 °C), karbondioksit geçirgenliği ise 6428.60 cc/ m²/ gün (24 °C)'dür.

Ön işlemler aşamasında sebzelerin oksidasyonunu önlemek amacıyla sitrik asit ve L - sistein çözeltileri kullanılmıştır. Mikrobiyolojik güvence, sebzelerin klor çözeltisine daldırılmasıyla sağlanmıştır. Ayrıca sebzeler, aynı parti için gerekli hammaddenin hazırlanması esnasında olumsuz renk değişimlerine uğramamaları için, Na - metabisülfid ve tuzdan oluşan çözelti içinde bekletilmiştir.

3.2. Materyal Seçimi ve Yöntemin Oluşturulmasına Ait Ön Denemeler

Minimal işleme yöntemiyle sebze üretimi için çok sayıda ön deneme yapılmıştır. Farklı sebzeler, farklı ambalajlar, farklı kimyasallar (farklı konsantrasyonlarda) ve farklı modifiye atmosfer ortamları ile yapılan ön deneme sonuçlarına göre materyal olarak balkabağı, kereviz ve patatesin kullanımı uygun bulunmuştur. Söz konusu sebzelerin solunum hızlarının

kısmen yakın olması nedeniyle, işleme sonrası depolama süresince, aynı ambalaj ve aynı atmosfer ortamlarında benzer değişimleri gösterdiği gözlenmiştir.

Ambalaj materyali olarak literatür verilerinden ve uygulayıcı firmalardan alınan bilgiler ışığında polipropilen tabak ile farklı su buharı ve gaz geçirgenliğine sahip ambalaj filmleri denenmiştir. Bunlar BOPP, OPET/CPP, LDPE, OPET/OPA/CPP, PP/EVOH/PP filmlerdir. Sonuçta 42 µ gözenek çapına sahip BOPP film ile kapatılan ambalajlardaki sebzelerin en az kalite kaybına uğradığı tespit edilmiş ve her üç sebze için bu filmin kullanımına karar verilmiştir.

Ön denemelerde kullanılan sitrik asit, ortam pH' sını düşürmek suretiyle esmerleşmede rol oynayan polifenoloksidaz enziminin aktivitesini oldukça yavaşlatmış, ancak Ca - askorbat çözeltisinin farklı zaman ve konsantrasyon uygulamaları, uzun süreli renk korumasında yetersiz kalmış ve bu nedenle deneme deseninden çıkartılmıştır. Bu durumda alternatif arayışına geçilmiş ve diğer bir antioksidan olan L - sistein' in farklı konsantrasyonları denenmiş ve daha iyi sonuçlar saptanmıştır. Literatür verilerinden de yola çıkılarak belirlenen konsantrasyon ve süreler, sitrik asit çözeltisi için % 1.5 (5 dakika); L - sistein çözeltisi için % 0.5 (10 dakika)' dir. Ayrıca mikrobiyolojik kaliteyi korumak amacıyla klor çözeltisinin 100, 150, 200, 250 ppm konsantrasyonlarının 3, 5, 7, 10, 12 ve 15 dakika uygulamaları denenmiş; sebze rengini ağartıcı ve koku bırakıcı özelliği de göz önüne alınarak 150 ppm konsantrasyonun 5 dakikalık uygulamasının en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Literatür verilerinden de yararlanılarak, hazırlanan klor çözeltisinin etkinliğini arttırmak amacıyla, pH değeri, sitrik asit kullanılarak 6.8' e ayarlanmıştır.

Yapılan benzer çalışmalardan yola çıkılarak, hammaddenin hazırlanması aşamasında, meydana gelebilecek oksidasyonu önlemek amacıyla, 1500 ppm Na - metabisüfit ve % 1 tuzdan oluşan çözelti kullanılmıştır.

Proje kapsamında ortam atmosferini modifiye etmek üzere önce vakum, sonra gaz uygulaması yapılmıştır. Kullanılan ambalajın deforme olmadan kapanmasını sağlamak amacıyla farklı vakum (% 80 - % 85 - % 90) ve gaz

oranları (% 70 - % 80 - % 90) denenmiştir. Sonuç olarak % 80 vakum ve % 80 gaz uygulaması hem deformasyonun önlenmesi, hem de ürünün solunuma devam ederek kalite kaybının azaltılması açısından en uygun sonucu vermiştir. Ayrıca filmin alt tabağa tam yapışması ve sızdırmazlığın sağlanması amacıyla, farklı yapıştırma sıcaklık (150 °C, 160 °C, 170 °C, 180 °C) ve süreleri (3, 4, 5 saniye) denenmiş; en uygun kapama koşullarınının 160 °C' de 3 saniye olduğuna karar verilmiştir.

3.3. Yöntem

Araştırmada minimal işleme yöntemiyle tüketime hazır sebze üretiminde izlenen yol ile sebzelere uygulanan analiz yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Minimal İşlem Görmüş Sebze Üretimi

Herbir sebze için üretim şekli aşağıda farklı başlıklar altında açıklanmıştır.

3.3.1.1. Minimal işlem görmüş balkabağı üretimi

Dış kabuğu etkin şekilde yıkandıktan sonra keskin bıçakla soyulan balkabakları, yaklaşık 5 cm kalınlığındaki dilimlere bölünmüştür. Ardından yaklaşık 5 x 5 cm² boyutlarında parçalara ayrılmış balkabakları, 1500 ppm Na - metabisülfite ve % 1 tuzdan oluşan çözelti içinde bekletilmiştir. Musluk suyu altında durulanan sebzeler, 150 ppm konsantrasyonundaki klor çözeltisine (pH 6.8) daldırılıp 5 dakika bekletilmiş, süre sonunda klor kokusu kalmayana kadar tekrar durulanmıştır. Sebzeler iki partiye ayrılmış ve bir kısmı % 1.5 konsantrasyonundaki sitrik asit çözeltisinde 5 dakika, diğer kısmı ise % 0.5 konsantrasyonundaki L - sistein çözeltisinde 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çözeltilerden çıkarılan sebzeler santrifüjlenmiş ve fazla sıvı uzaklaştırıldıktan sonra ambalajlanmıştır. Ambalaj hacmine uygun olarak ortalama 200 g balkabağı konan polipropilen (PP) tabaklar, hemen BOPP film ile modifiye edilen atmosfer ortamlarında kapatılmış ve ardından buzdolabı koşullarında (4 - 6 °C) depolanmıştır. Kapama 160 °C' de 3 saniyede gerçekleştirilmiştir.

Modifiye atmosfer ortamı olarak % 2 - 5 O₂ ve % 10 - 15 CO₂' in sebzeler için uygun olduğu bilinmektedir. Birinci uygulamada paketlerde % 80 vakum oluşturulması (% 20 hava) sonrası, ortama % 80 oranında azot gazı verilmiştir. Hava atmosferinin % 21' inin oksijenden oluştuğu göz önüne alındığında, içeride kalan havanın yaklaşık olarak % 4' ü oksijen (% 20 x 0.21= % 4.2) olmuştur. (Karbondioksit havada % 0.03 gibi çok düşük bir oranda bulunduğundan dikkate alınmamıştır). Bu değer minimal işlenmiş sebzelerin modifiye atmosferde depolanması için belirtilen limitler içerisinde yer almaktadır.

İkinci uygulamada ise aynı oranda (% 80) vakum uygulaması (dolayısıyla % 20 hava) sonrası, ortama % 70 oranında azot gazı ve % 10 oranında karbondioksit gazı verilmiştir. Birinci ve ikinci uygulama sonunda, hava ve vakum oranları sabit tutulmuş ve diğer gazların kalite üzerindeki farklı etkileri araştırılmıştır.

Ayrıca aynı modifiye atmosfer şartları altında depolama üzerine ön işlemlerin etkisini belirlemek amacıyla materyal olarak kullanılan sebzeler, kimyasal uygulama (Na - metabisülfite + tuz, klor, sitrik asit, L - sistein) yapılmadan işlenmiş ve paketlenmiştir. Bu örnekler "tanık (kontrol)" olarak nitelendirilmiştir.

3.3.1.2. Minimal işlem görmüş kereviz üretimi

Dış kabuğu etkin şekilde yıkandıktan sonra keskin bıçakla soyulan kerevizler, yaklaşık 5 cm kalınlığında dilimlenmiş ve 1500 ppm Na - metabisülfite ve % 1 tuzdan oluşan çözelti içinde bekletilmiştir. Musluk suyu altında durulanan sebzeler, 150 ppm konsantrasyonundaki klor çözeltisine (pH 6.8) daldırılıp 5 dakika bekletilmiş, süre sonunda klor kokusu kalmayana kadar tekrar durulanmıştır. Sebzeler iki partiye ayrılmış ve bir kısmı % 1.5 konsantrasyonundaki sitrik asit çözeltisinde 5 dakika, diğer kısmı ise % 0.5 konsantrasyonundaki L - sistein çözeltisinde 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çözeltilerden çıkarılan sebzeler santrifüjlenmiş ve fazla sıvı uzaklaştırıldıktan sonra ambalajlanmıştır. Ambalaj hacmine uygun olarak ortalama 200 g kereviz konan PP tabaklar, hemen BOPP film

ile modifiye edilen atmosfer ortamlarında kapatılmış ve ardından buzdolabı koşullarında (4 - 6 °C) depolanmıştır. Kapama 160 °C' de 3 saniyede gerçekleştirilmiştir.

Modifiye atmosfer ortamı olarak, balkabağında olduğu gibi saf azot ve azot + karbondioksit karışımı aynı şekilde uygulanmıştır (% 20 hava + % 80 azot gazı; % 20 hava + % 70 azot gazı + %10 karbondioksit gazı).

3.3.1.3 Minimal işlem görmüş patates üretimi

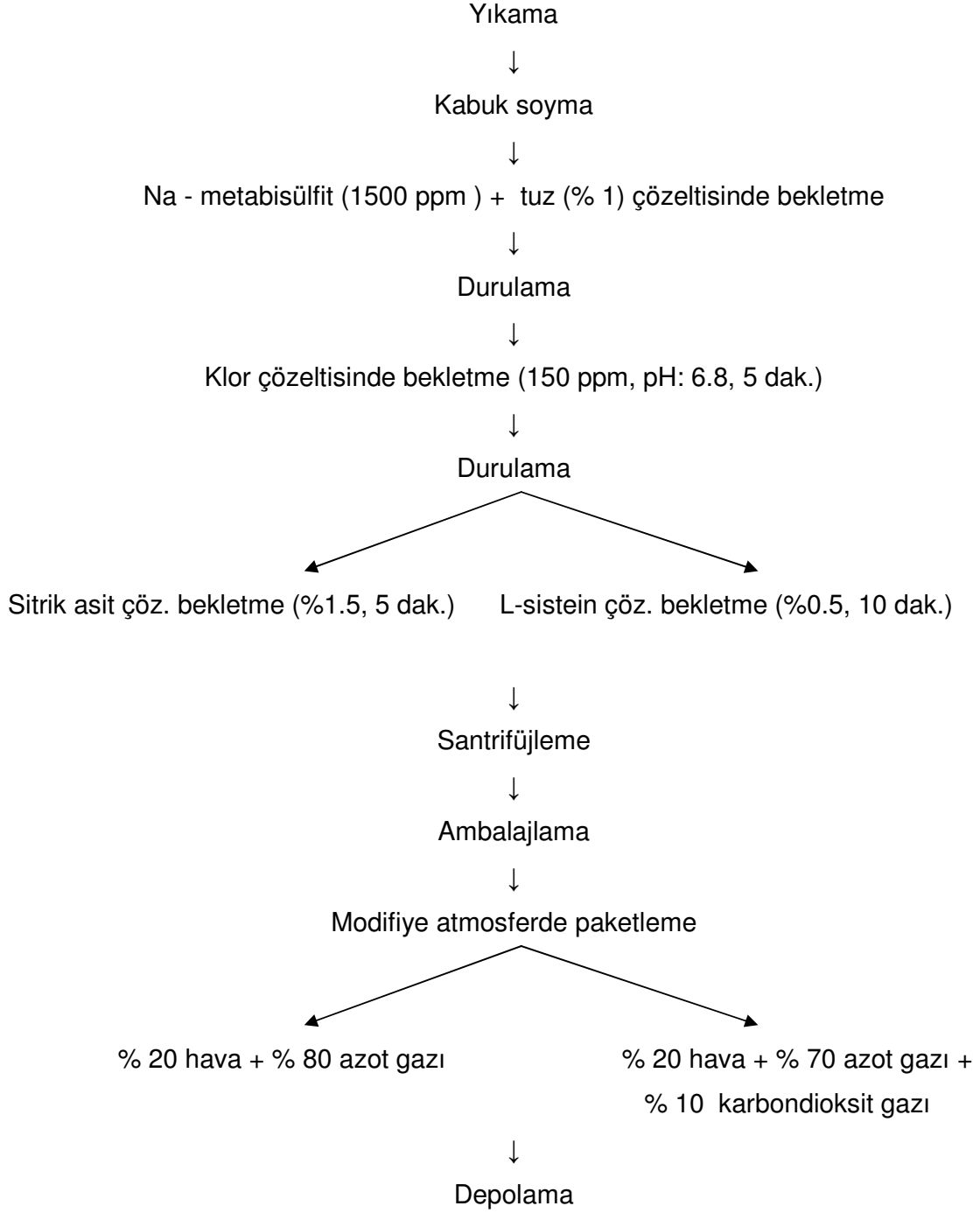
Dış kabuğu etkin şekilde yıkandıktan sonra keskin bıçakla soyulan patatesler dilimlenmeden bütün halde, 1500 ppm Na - metabisüfit ve % 1 tuzdan oluşan çözelti içinde bekletilmiştir. Musluk suyu altında durulan sebzeler, 150 ppm konsantrasyonundaki klor çözeltisine (pH 6.8) daldırılıp 5 dakika bekletilmiş, süre sonunda klor kokusu kalmayana kadar tekrar durulanmıştır. Sebzeler iki partiye ayrılmış ve bir kısmı % 1.5 konsantrasyonundaki sitrik asit çözeltisinde 5 dakika, diğer kısmı ise % 0.5 konsantrasyonundaki L - sistein çözeltisinde 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çözülden çıkarılan sebzeler santrifüjlenmiş ve fazla sıvı uzaklaştırıldıktan sonra ambalajlanmıştır. Ambalaj hacmine uygun olarak ortalama 250 g (3 adet) patates konan PP tabaklar, hemen BOPP film ile modifiye edilen atmosfer ortamlarında kapatılmış ve ardından buzdolabı koşullarında (4 - 6 °C) depolanmıştır. Kapama 160 °C' de 3 saniyede gerçekleştirilmiştir.

Modifiye atmosfer ortamı olarak diğer sebzelerde olduğu gibi saf azot ve azot + karbondioksit karışımı uygulanmıştır (% 20 hava + % 80 azot gazı; % 20 hava + % 70 azot gazı + %10 karbondioksit gazı).

Çalışmaya ait deneme deseni Çizelge 3.1' de, minimal işlem görmüş sebze üretim aşamaları Şekil 3.1' de ve örnekler ait fotoğraflar Şekil 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Deseni

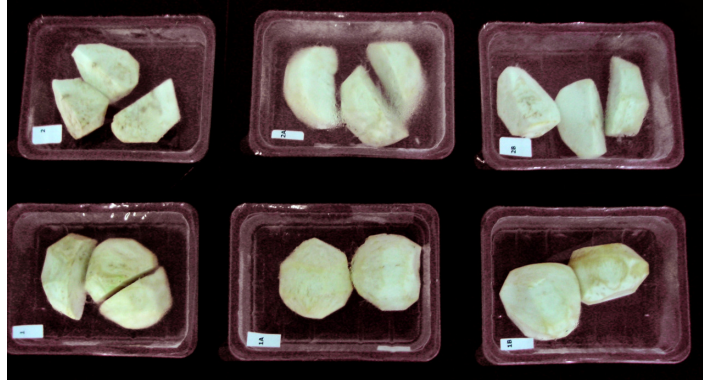
Hammadde	Kimyasal uygulaması	Atmosfer bileşimi	İşlem kodu
Balkabağı	Klor (150 ppm) + Sitrik asit (% 1.5)	% 20 hava + % 80 azot gazı	1A
		% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2A
	Klor (150 ppm) + L - sistein (% 0.5)	% 20 hava + % 80 azot gazı	1B
		% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2B
	-	% 20 hava + % 80 azot gazı	1
	-	% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2
Kereviz	Klor (150 ppm) + Sitrik asit (% 1.5)	% 20 hava + % 80 azot gazı	1A
		% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2A
	Klor (150 ppm) + L - sistein (% 0.5)	% 20 hava + % 80 azot gazı	1B
		% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2B
	-	% 20 hava + % 80 azot gazı	1
	-	% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2
Patates	Klor (150 ppm) + Sitrik asit (% 1.5)	% 20 hava + % 80 azot gazı	1A
		% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2A
	Klor (150 ppm) + L - sistein (% 0.5)	% 20 hava + % 80 azot gazı	1B
		% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2B
	-	% 20 hava + % 80 azot gazı	1
	-	% 20 hava + % 70 azot gazı + % 10 karbondioksit gazı	2



Şekil 3.1. Minimal İşlem Görmüş Sebze Üretim Aşamaları



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.2. Minimal İşlenmiş Balkabağı (a), Minimal İşlenmiş Kereviz (b), Minimal İşlenmiş Patates (c)

3.3.2. Analiz Yöntemleri

Buzdolabı koşullarında (4 - 6 °C) depolanan örneklerde fiziksel analizlerden ağırlık kaybı, toplam kurumadde, renk (L, a, b); kimyasal analizlerden toplam asit, askorbik asit, toplam karotenoid madde, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve polifenoloksidaz enzim aktivitesi analizleri ile ambalaj içi oksijen ve karbondioksit konsantrasyonu analizleri; mikrobiyolojik analizlerden koliform bakteri ve toplam mezofil aerob bakteri sayımı yapılmıştır. Ürünler ayrıca sıralama testine uygun olarak duyu analize de tabi tutulmuştur.

Değişimleri gözlemlemek üzere üretim öncesi hammaddede de pomolojik analizler (en, boy, et/kabuk oranı), toplam kurumadde ve renk analizleri ile yukarıda belirtilen kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Saptanan tüm veriler "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni" ne göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Örneklerde ayrıca görünüş, renk, koku ve sertlik unsurlarını kapsayan duyu analiz de yapılmış, sonuçlar "Sıralama Testi" ne göre değerlendirilmiştir.

Söz konusu sebzelerde, yapılan ön deneme ve literatür verilerine dayanarak raf ömrünün yaklaşık üç hafta olduğunu söylemek mümkündür. Bu dönem içerisinde, kalitede meydana gelen değişimleri izlemek amacıyla, paralel üretimleri yapılan ambalajlarda analizler, üretimi takiben 1., 3., 5., 7., 10., 14. ve 20. günlerde yapılmıştır.

3.3.2.1. En ve boy ölçümü

Patates ve kerevizlerin en ve boy ölçümleri kumpas kullanılarak yapılmıştır. Balkabağının en ve boy ölçümü ise büyük olması nedeniyle dik mesafelerden mezura yardımıyla gerçekleştirilmiş ve 10' ar adet sebze ölçülen en ve boy değerlerinin ortalaması "cm" cinsinden saptanmıştır.

3.3.2.2. Et / kabuk oranı ölçümü

En ve boy ölçümü gerçekleştirilen sebzelerin kabukları soyulmadan toplam ağırlığı saptanmış; sonrasında ise bunlardan elde edilen kabukların

ağırlığı tartılmıştır. Toplam ağırlıkla, kabuk ağırlığı arasındaki farktan et ağırlığı bulunarak, iki değer birbirine oranlanmıştır.

3.3.2.3. Ağırlık kaybı

Paketlenmiş sebzeler ilk günden itibaren 3 hafta boyunca her analiz günü analitik terazide tartılmıştır. İlk gün ve son gün tartımları arasındaki farkın, ilk gün tartımına oranlanmasıyla, ağırlık kaybı yüzde (%) olarak saptanmıştır.

3.3.2.4. Toplam kurumadde tayini

Homojen hale getirilmiş sebzelerden 5 g civarında tartım yapılmış ve ağırlık 105 °C' de sabitleninceye kadar (ortalama 6 saat) kurutma sürdürülmüştür. Tartımlar arasındaki farka dayanarak toplam kurumadde miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.3.2.5. Renk tayini

Sebzelerde renk tayini D 25 A - PC2Δ model Hunterlab kolorimetresinde yapılmıştır. Homojen hale getirilmiş sebzeler 6.3 cm çapında, 4.3 cm yüksekliğinde kristal kuvars cam tüplere, hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuş ve L, a ve b değerleri okunmuştur.

Bu yöntem "CIELAB üç nokta ölçüm yöntemi" olarak da bilinmektedir (Mac Dougall 1984). Bu üç nokta ölçüm yönteminde L: ışık geçirgenlik değerini; 0 (geçirgenlik yok) ve 100 (tamamen geçirgen); a: kırmızılık (-a, yeşillik); b: sarılık (-b, mavilik) değerlerini belirtmektedir (Bakker ve ark. 1986).

3.3.2.6. Toplam asitlik tayini

Sebze örneklerinde toplam asit tayini, homojenize edilmiş örnekten 10 g tartılıp, 100 mL' lik ölçü balonunda saf su ile hacme tamamlanması ve süzülmesinden sonra elde olunan filtrattan 30 mL alınarak fenol fitalein indikatörlüğünde 0.1 N NaOH ile titre edilerek yapılmış, sonuçlar sitrik asit cinsinden g / 100 g olarak hesaplanmıştır (Kılıç ve ark. 1991).

3.3.2.7. Askorbik asit tayini

Homojen hale getirilen ve 10 g tartılan sebzeler, 70 mL okzalik asit ile stabilize edilmiş; sonrasında filtre edilerek, elde edilen filtrat 2-6 diklorofenolindofenol boya çözeltisiyle karıştırılmıştır. Örneğin boya çözeltisini indirgemesi sonrasında, geriye kalan boya çözeltisinin geçirgenliğinin spektrofotometrik olarak saptanması yolu ile ortamda bulunan askorbik asit miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.3.2.8. Toplam karoten tayini

Sebzelerde karotenoid renk maddeleri, aseton ve petrol eter ile ekstrakte edilerek spektrofotometrik yöntemle tayin edilmiştir. Bu amaçla 50 mL' lik santrifüj tüpüne 0.5 g örnek tartılmış; üzerine 10 mL damıtık su ve 10 mL aseton eklenmiş, içerik kaynaya kadar kaynar su banyosunda cam bir bagetle karıştırılarak tutulmuştur. Tüp 3000 devir / dakika' da 5 dakika süreyle santrifüj edilmiş, içinde 50 mL damıtık su ve 50 mL petrol eter bulunan 250 mL' lik ayırma hunisine aktarılmıştır. Santrifüj tüpüne 10 mL aseton eklenerek, örnek cam bagetle karıştırılmış ve yeniden santrifüj edilmiştir. Bu işleme aseton renksiz hale gelinceye kadar devam edilmiştir. Ayırma hunisindeki karışım çalkalanmış, faz oluşumu için beklenmiş, süre sonunda altta kalan kısım uzaklaştırılmıştır. Petrol eter fazı 25 mL damıtık suyla 3 kez yıkanmış, sıvı faz atılmıştır. Karotenoid maddeleri içeren petrol eter fazı cam yünü üzerindeki susuz sodyum sülfat üzerinden 100 mL' lik ölçü balonuna aktarılmış, ayırma hunisi petrol eterle yıkanarak ölçü balonuna ilave edilmiş ve petrol eterle 100 mL' ye tamamlanmıştır. Elde edilen bu petrol eter ekstraktının absorbansı Shimatzu UV 1208 marka spektrofotometre ile 452 nm' de ölçülmüştür. Formül yardımıyla toplam karotenoid madde miktarı "mg / kg" cinsinden bulunmuştur (Kılıç ve ark. 1991).

$$\text{Toplam karoten} = \frac{[E^{452} - (E^{505} \times 1335/2000)] \times V \times 10^4}{1477 \times W}$$

(mg / kg)

E^{452} = 452 nm' de okunan absorbans değeri
 E^{505} = 505 nm' de okunan absorbans değeri
 V= Örneğin seyreltildiği balondaki toplam hacim
 W= Örnek miktarı

3.3.2.9. Toplam fenolik madde tayini

Sebzelerdeki toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak saptanmıştır. Ortamda bulunan fenolik maddeler Folin-Ciocalteu ayırıcını indirgemiş, kendileri oksitlenmiş forma dönüşmüştür. Reaksiyon sonunda indirgenmiş ayırıcın oluşturduğu mavi renk fotometrik olarak ölçülmüştür. Bunun için homojenize edilmiş örnekten 50 mL' lik santrifüj tüpüne 1 g tartılmış, üzerine % 80' lik metanolden 4.5 mL eklenerek, tüp içeriği 140 rpm ve 25 °C' de 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Süre sonunda tüp, 10 000 rpm' de ve 20 - 25 °C' de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Tüpteki üst berrak kısım, ayrı bir kapaklı tüpe alınmış, alt katı kısım üzerine yine 4.5 mL % 80' lik metanol eklenerek aynı işlemler tekrarlanmıştır. İkinci santrifüj sonrası elde edilen üst berrak kısım ilk ekstraktla birleştirilmiş ve bu karışım hem toplam fenolik madde tayininde, hem de antioksidan aktivite analizinde kullanılmıştır (Spanos ve Wrolstad 1990).

0.25 mL ekstrakt kapaklı cam tüpe alınmış, üzerine 2.3 mL damıtık su ve 0.15 mL Folin - Ciocalteu (FC) ayırıcı (1 birim FC : 5 birim saf su kullanılarak hazırlanmıştır) eklenmiş ve karışım 15 saniye süreyle vortekslenmiştir. 5 dakika sonra üzerine 0.3 mL doymuş (% 35 konsantrasyonunda) Na_2CO_3 çözeltisinden katılmış ve tüp içeriği çalkalanarak karanlık ortamda 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda tüpten alınan örneğin absorbansı, ekstrakt yerine damıtık suyla hazırlanan tanık örneğe karşı 725 nm' de okunmuş ve sonuç hazırlanan gallik asit kurvesi yardımıyla elde edilen formülden "mg gallik asit eşdeğeri / 100 g" olarak kurumadde üzerinden hesaplanmıştır.

3.3.2.10. Antioksidan aktivite tayini

Sebzelerin antioksidan aktivite analizinde, toplam fenolik madde tayininde anlatıldığı şekilde hazırlanan ekstrakt kullanılmıştır. Analiz sonunda antioksidatif etkiye sahip bileşenlerin, DPPH (2,2 difenil - 2 - pikrilhidrazil) aktif radikalini inhibe etme oranı yüzde (%) olarak saptanmıştır (Zhang and Hamauzu 2004).

Bunun için santrifüj tüpüne 0.5 mL ekstrakt ve 1.5 mL DPPH çözeltisi konmuş, karışım vortekslelendikten sonra 1 saat karanlıkta bekletilmiştir. Aynı işlem ekstrakt yerine % 80' lik metanolla hazırlanan tanık örnek için de yapılmıştır. Süre sonunda her iki tüp içeriğinin absorbans değerleri saf metanole karşı 570 nm' de okunmuş ve sonuç ilgili formül yardımıyla “%” olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Antioksidan Aktivite} = \frac{\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}}}{\text{Abs}_{\text{kontrol}}} \times 100$$

(%)

$\text{Abs}_{\text{kontrol}}$ = Tanık absorbans değeri

$\text{Abs}_{\text{örnek}}$ = Örnek absorbans değeri

3.3.2.11. Polifenoloksidaz (PFO) aktivite analizi

Esmerleşme etmeni polifenoloksidaz enziminin aktivitesi spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Sebzelerde bulunan bu enzim Na-fosfat tamponu (pH 6.5) yardımıyla ekstrakte edilmiş ve bu ekstraktın 25 °C' de substrat olarak kullanılan 0.02 M kateşol çözeltisinde neden olduğu esmerleşmenin hızı 420 nm dalga boyunda 10 saniye aralıklarla ölçülmüştür (Galeazzi ve ark. 1981, Tan and Harris 1995).

Bunun için balkabağından 30, kerevizden 15 ve patatesten 10 g örnek ince ince kıyılarak, önceden soğutulmuş blender haznesine konmuş, üzerine 0.2 gram PVPP (polivinilpoliprolidon) ve buzdolabında soğutulmuş (4 - 6 °C) 50 mL 0.5 M Na-fosfat buffer çözeltisi eklenmiştir. Karışım blenderda 1 dakika süreyle homojenize edilerek, önceden soğutulmuş 70 mL' lik santrifüj tüpüne 4 kat sentetik tülbent üzerinden süzölmüştür. Elde edilen

ekstrakt hacmi hesaplamada kullanılmak üzere not edilmiş ve karışım daha sonra 12 720 g' de ve 4 °C' de 15 dakika süreyle santrifüjlenmiştir. Ekstrakt bekletilmeden analize alınmıştır.

Cam tüplere, buzdolabında soğutulmuş 0.05 M Na-fosfat tamponundan (reaksiyon tamponu) 2 mL konmuş, üzerine 0.5 mL ekstrakt eklenmiş ve okumaya geçmeden hemen önce günlük hazırlanan 0.02 M kateşol çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı işlem ekstrakt yerine saf suyla hazırlanan tanık örnek için de yapılmıştır. Tüp içerikleri tek kullanımlık küvetlere alınmış ve 420 nm' de tanık küvete karşı örneklerin absorbans değerleri 10 saniye aralıklarla okunmuştur.

Ölçülen absorbanslar, zamana karşı lineer bir grafiğe aktarılarak "absorbans – süre eğrisi" oluşturulmuştur. Oluşan eğrinin başlangıçtaki düz kısmının eğimi hesaplanmış, bu değerden yola çıkılarak, sonuç taze ağırlık üzerinden "ünite" cinsinden bulunmuştur. Ünite; spektrofotometrik enzim aktivitesi ölçümlerine dakikada oluşan her bir 0.001 absorbans değişimine eşittir. Dolayısıyla dakikadaki absorbans artışı cinsinden elde edilen veri 0.001' e bölünerek aktivite "ünite / mL enzim ekstraktı" olarak ifade edilmiştir. Bu değerlerin ekstrakt hacmi ile çarpılmasıyla, başlangıçta tartılan miktar sebzedeki enzim aktivitesi hesaplanmış, bulunan değerlerin tartım miktarına bölünmesiyle sonuç "ünite / gram taze ağırlık" olarak saptanmıştır. Herbir uygulamaya ait sebzelerin enzim aktivite değeri, kurumadde üzerinden hesaplanarak, ortak bir sonuca ulaşılmıştır (Cemeroğlu 2007).

3.3.2.12. Ambalaj içi oksijen ve karbondioksit konsantrasyonunun belirlenmesi

Modifiye atmosferde paketlenen sebzelerin solunumları sonucu, ortamın değişen gaz bileşimini takip etmek amacıyla, paket içi oksijen ve karbondioksit konsantrasyonları diğer analizlerin yapıldığı günlerde ölçülmüştür. Ölçme işlemi yapılırken, delinen yeri bantla sıkıca kapatılan sabit 2 paket ve her seferinde değişen farklı 3 paket kullanılmıştır. Gaz ölçümünde "PBI Dansensor - Checkpoint O₂ / CO₂" gaz analizatörü kullanılmış ve gaz konsantrasyonları yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

3.3.2.13. Toplam bakteri sayımı

Toplam bakteri (mezofil aerobik) sayısı Plate Count Agar (PCA - Merck) besiyeri kullanılarak saptanmıştır. Bunun için 10 g örnek 90 mL dilüsyon sıvısında (MRD) homojen hale getirilmiştir. Hazırlanan bu 10^{-1} lik dilüsyondan, 10^{-5} e kadar dilüsyonlar hazırlanmış; her bir dilüsyondan 1 mL alınarak, dökme plak yöntemine göre, paralel iki petri kabına ekimler yapılmıştır. Plaklar, 35 °C' de 48 saat inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir (Maturin ve Peeler 2001).

3.3.2.14. Toplam koliform sayımı

Toplam koliform grubu bakteri sayımı EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemine göre yapılmıştır. Bunun için 10 g örnek, 90 mL dilüsyon sıvısında (MRD - Maximum Recovery Diluent) homojen hale getirilmiştir. Hazırlanan bu 10^{-1} lik dilüsyondan, 10^{-3} e kadar seyreltmeler yapılmıştır. Her bir dilüsyondan, içinde durham tüpü bulunan 3' er tüpe 1' er mL ekim yapılmış, Lauryl Sulfate Broth (LST) ile karıştırılan tüpler 35 °C' de 48 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda içinde gaz oluşup, bulanık olan (pozitif) tüplerden, doğrulama yapmak amacıyla, öze yardımıyla tüplere Brilliant Green Lactose Broth (BGL) besiyeri ile yeniden ekim yapılmış, yine 35 °C' de 48 saat inkübe edilen tüplerde görülen bulanıklık ve gaz oluşumuna göre sonuç ilgili tablodan "EMS / g" olarak saptanmıştır (Blodget 2006).

3.3.3. Duyusal Analiz

Minimal işlem görmüş sebzelerin duyusal analizinde bir "çoklu kıyaslama testi" örneği olan "sıralama testi" uygulanmıştır (Kramer ve Twigg 1983, Altuğ 1993). Bu test daha çok ürün ve teknik geliştirmede kullanıldığından tercih edilmiştir. Panelistlerden sebze örneklerini; renk, koku, görünüş ve sertlik özelliklerine göre en çok beğenilenden, en az beğenilene doğru sıralandırmaları istenmiştir. Analiz sonuçları 6 işlemle (6 örnek), 6 tekrara (6 panelist) karşılık verilen üst değerlere (11 - 31) göre % 5 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. İlgili tabloya göre, 11 - 31 değerleri arasında puan alan örnekler % 95 olasılıkla farklılık göstermeyip; 11' in altında puan alan

örnekler % 95 olasılıkla tercih edilmiş; 31' in üzerinde puan alan örnekler ise % 95 olasılıkla red edilmiştir.

Şekil 3.3' te minimal işlem görmüş balkabağı örneklerine, Şekil 3.4' te ise minimal işlem görmüş kereviz ve patates örneklerine uygulanan duyuşal değerlendirme formu örnekleri görölmektedir.

İSİM:

TARİH:

Renk: Renk açılması olup olmamasına göre değerlendirilecektir.

Koku: Ürüne özgü koku yönünden değerlendirilecektir.

Görünüş: Parlaklığa, yüzeyde kabuklanma olup olmamasına ve ambalajın şişkinlik durumuna göre değerlendirilecektir.

Sertlik: Ürünün yumuşamış yapı gösterip göstermemesine göre değerlendirilecektir.

	RENK		KOKU		GÖRÜNÜŞ		SERTLİK		DÜŞÜNCELER
	SIRA	ÖRNEK KODU	SIRA	ÖRNEK KODU	SIRA	ÖRNEK KODU	SIRA	ÖRNEK KODU	
EN ÇOK BEĞENİLEN	1		1		1		1		
	2		2		2		2		
	3		3		3		3		
	4		4		4		4		
	5		5		5		5		
EN AZ BEĞENİLEN	6		6		6		6		

Şekil 3.3. Minimal İşlem Görmüş Balkabağı Örneklerine Uygulanan Sıralama Testinde Kullanılan Değerlendirme Formu Örneği

İSİM:

TARİH:

Renk: Esmerleşme olup olmasına göre değerlendirilecektir.

Koku: Ürüne özgü koku yönünden değerlendirilecektir.

Görünüş: Parlaklığa, yüzeyde kabuklanma olup olmasına ve ambalajda şişme görülüp görülmemesine göre değerlendirilecektir.

Sertlik: Ürünün yumuşamış yapı gösterip göstermemesine göre değerlendirilecektir.

	GÖRÜNÜŞ		RENK		KOKU		SERTLİK		DÜŞÜNCELER
	SIRA	ÖRNEK KODU	SIRA	ÖRNEK KODU	SIRA	ÖRNEK KODU	SIRA	ÖRNEK KODU	
EN ÇOK BEĞENİLEN	1		1		1		1		
	2		2		2		2		
	3		3		3		3		
	4		4		4		4		
	5		5		5		5		
EN AZ BEĞENİLEN	6		6		6		6		

Şekil 3.4. Minimal İşlem Görmüş Kereviz ve Patates Örneklerine Uygulanan Sıralama Testinde Kullanılan Değerlendirme Formu Örneği

3.3.4. İstatistiksel Analiz

Denemede saptanan veriler “Tesadüf Parselleri Deneme Deseni” ne göre üç tekerrürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuşlardır (Turan 1998). Ortalamalar arasındaki farklılığın saptanmasında ise % 5 olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır. Hesaplamalar “JMP 6” istatistik programı ile yapılmıştır (Anonim 2005b).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Balkabaklarına Ait Analiz Sonuçları ve Tartışma

Farklı ön işlemler sonrası, modifiye atmosfer koşullarında paketlenmek üzere kullanılan balkabaklarının ortalama eni 29 cm, boyu 25 cm olup, elle soyulan sebzelerde fire oranı % 5 çekirdek + % 25 kabuk olmak üzere toplam % 30 olarak saptanmıştır. Et / kabuk oranı ortalama 2.92 / 1 olan balkabaklarına ait hammadde analiz sonuçları Çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Balkabağına Ait Hammadde Analiz Sonuçları

Toplam Kurumadde (g / 100g)	12.84
L (parlaklık)	49.6
a (kırmızı - yeşil)	21.9
b (sarı – mavi)	31.0
Toplam Asitlik* (g / 100 g)	0.08
Askorbik Asit (mg / 100 g)	8.68
Toplam Karotenoid Madde (mg / kg)	254.43
Toplam Fenolik Madde (mg GAE / 100 g)	475.98
Antioksidan Aktivite (%)	42.32
Toplam Bakteri Sayısı (kob / g)	4.6 x 10 ²
Toplam Koliform Sayısı (EMS / g)	<3

* sitrik asit cinsinden

Minimal işleme sonrası modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş (MAP) balkabaklarında depolama periyodu boyunca ağırlık kaybı, % 0.03 - % 0.13 arasında gerçekleşmiştir. Balkabağı, solunum hızı orta derecede olan bir sebze olduğu için, yaklaşık üç hafta sonunda şekerlerin oksidasyonuna bağlı olarak ağırlıkta az bir kayıp görülmüştür.

Habibunnisa ve ark. (2001) tarafından minimal işlem görmüş ve LDPE ambalajlarda paketlenmiş balkabaklarında, 25 günün sonunda % 0.06; PP ambalajların kullanıldığı ürünlerde ise % 0.08 oranında bir ağırlık kaybı saptanmıştır. Kullanılan çeşidin farklı olmasına rağmen, bulunan sonuçlar araştırmacıların sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Çizelge 4.2' de de belirtildiği gibi, depolama boyunca L - sistein uygulanan örneklerde (1B, 2B), sitrik asit uygulanan örneklere (1A, 2A) kıyasla daha az ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Bu sonuç, L - sistein uygulamasının, solunumla birlikte metabolik yıkımı yavaşlattığını göstermektedir. Tanık örneklerde ise ön işlemler aşamasında metabolizmayı yavaşlatıcı herhangi bir uygulama yapılmadığı için, ağırlık kaybı daha yüksek düzeylerde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.2. Balkabaklarında Görülen Ağırlık Kayıpları (%)

Uygulama	Depolama Süresi								Toplam Kayıp
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	10. gün	14. gün	20. gün	
1	225.28	225.27	225.25	225.27	225.15	225.13	225.03	224.99	% 0.13
1A	200.13	200.26	200.22	200.18	200.18	200.11	199.95	199.94	% 0.09
1B	209.85	209.84	209.82	209.82	209.79	209.79	209.75	209.76	% 0.04
2	213.81	213.75	213.76	213.73	213.69	213.68	213.60	213.60	% 0.10
2A	222.55	222.69	222.65	222.59	222.53	222.51	222.45	222.43	% 0.05
2B	201.98	202.08	202.08	202.07	202.02	201.99	201.95	201.92	% 0.03

Toplam kurumadde miktarı hammaddede 12.84 g / 100 g olarak bulunmuştur. Minimal işlem gördükten sonra modifiye atmosferde paketlenip depolanan sebzelerde bu değer **1. gün** 10.55 - 14.25 g / 100 g, **3. gün** 10.64 - 15.17 g / 100 g, **5. gün** 11.36 - 15.16 g / 100 g, **7. gün** 11.14 - 15.51 g / 100 g, **10. gün** 10.67 - 15.37 g / 100 g, **14. gün** 10.48 - 14.68 g / 100 g, **20. gün** 10.44 - 14.99 g / 100 g aralıklarında saptanmıştır.

Minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinin toplam kurumadde içerikleri uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiki anlamda farklılık göstermiştir (p <0.01).

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.1' de görüldüğü gibi 1A, 1B ve 2 kodlu örneklerde kurumadde miktarlarında sırasıyla % 5.12, % 5.52, % 9.61 azalma görülürken; 1, 2A ve 2B kodlu örneklerde % 5.19, % 2.59 ve % 7.01 oranında artış belirlenmiştir. Solunumla birlikte şekerlerin okside olması sonucu toplam kurumadde miktarında azalma görülürken; kimi örneklerde saptanan bu artış, kabukları soyulmuş ürünün yüzeyinde depolama süresince sınırlı da olsa gerçekleşen kuruma sonrası, su kaybına bağlı olarak kurumaddenin yükselmesiyle ilişkilendirilmiştir.

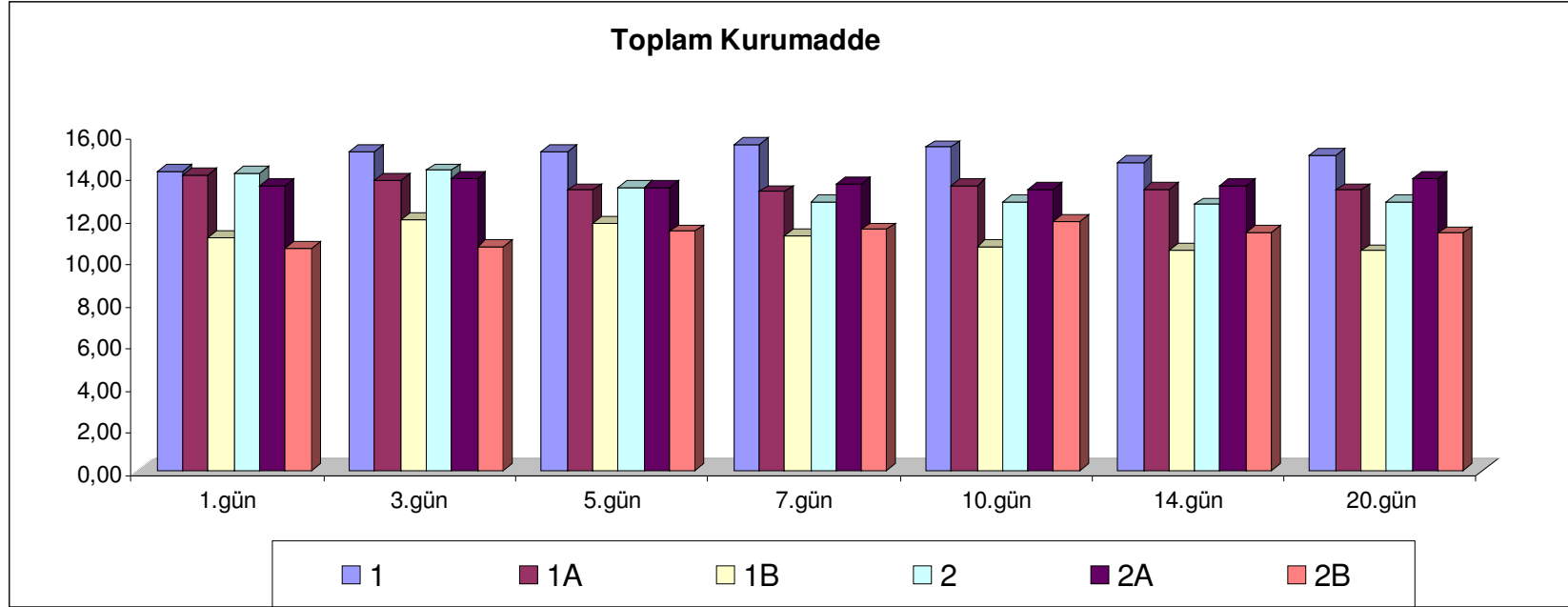
Tanık örneklerin ortalama kurumadde miktarlarının daha yüksek bulunması, hammadde özelliğinin yanı sıra, bu örneklerin sitrik asit ve L - sistein çözeltilerinde bekletilmemesine bağlı olarak suda çözünür özellikteki kurumadde unsurlarının bünyede kalmasından kaynaklanmıştır.

Günay (1984), balkabaklarında kurumadde oranının % 6 - 10 arasında değiştiğini bildirmiştir. Anonim (1991)' e göre balkabağında toplam kurumadde miktarı 5 g / 100 g, Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı Referanslarına (Anonim 2006b) göre ise 8.4 g / 100 g olarak bildirilmiştir. Farklı çeşit balkabaklarının materyal olarak kullanıldığı bir başka çalışmada değişik popülasyonlardan temin edilen balkabaklarının toplam kurumadde içerikleri 7.01 - 13.85 g / 100 g arasında değişim göstermiştir (Mercan 2000).

Elde edilen sonuçlar yukarıda belirtilen ilk üç literatür sonucundan daha yüksek bulunmuş, son literatürle uyum göstermiştir. Araştırmacıların verileri arasındaki farklar, hammaddenin çeşit, yetiştirme koşulları, hasat olgunluğu, depolama vb. şartlarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.3. Balkabaklarının Ortalama Toplam Kurumadde (g / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	14.25 ^e	15.17 ^{bc}	15.16 ^{bc}	15.51 ^a	15.37 ^{ab}	14.68 ^d	14.99 ^{cd}	15.02 ^a
1A	14.05 ^{e-g}	13.82 ^{g-l}	13.33 ^{jk}	13.25 ^k	13.51 ^{i-k}	13.37 ^{jk}	13.33 ^{jk}	13.52 ^b
1B	11.05 ^p	11.95 ^m	11.74 ^{mn}	11.14 ^p	10.67 ^q	10.48 ^q	10.44 ^q	11.06 ^e
2	14.15 ^{ef}	14.26 ^e	13.48 ^{jk}	12.76 ^l	12.77 ^l	12.64 ^l	12.79 ^l	13.26 ^c
2A	13.52 ^{i-k}	13.88 ^{f-h}	13.47 ^{jk}	13.60 ^{h-j}	13.35 ^{jk}	13.52 ^{i-k}	13.87 ^{f-h}	13.60 ^b
2B	10.55 ^q	10.64 ^q	11.36 ^{op}	11.46 ^{no}	11.83 ^m	11.34 ^{op}	11.29 ^{op}	11.21 ^d
Zaman ortalaması	12.93 ^c	13.28 ^a	13.09 ^b	12.95 ^c	12.92 ^c	12.67 ^d	12.78 ^d	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.314							



1 : Kimyasal uygulaması yapılmadan, azot gazından oluşan atmosferde paketlenen sebze (1. uygulamanın tanığı)

2 : Kimyasal uygulaması yapılmadan azot+karbondioksitten oluşan gaz atmosferinde paketlenen sebze(2. uygulamanın tanığı)

1A : Sitrik asit uygulaması yapılarak, azot gazından oluşan atmosferde paketlenen sebze

2A : Sitrik asit uygulaması yapılarak, azot + karbondioksitten oluşan gaz atmosferinde paketlenen sebze

1B : L - sistein uygulaması yapılarak, azot gazından oluşan atmosferde paketlenen sebze

2B : L - sistein uygulaması yapılarak, azot + karbondioksitten oluşan gaz atmosferinde paketlenen sebze

Şekil 4.1. Balkabaklarının Toplam Kurumadde Miktarları (g / 100 g)

Hammaddede L değeri 49.6, a (kırmızılık) değeri 21.9 ve b (sarılık) değeri 31.0 olarak bulunmuştur. Ürünlere ait renk değerleri ise Çizelge 4.4' te görülmektedir. Mercan (2000) *Cucurbita moshata* çeşidi balkabaklarında bu değerleri sırasıyla 48.40, 23.50 ve 30.70 olarak saptamıştır. Sonuçlar, bu çalışmadan elde edilen verilerle uyum göstermektedir. Parlaklık ya da ışık geçirgenlik (L) özellikleri bakımından tüm örnekler birbirine yakın bulunmuştur.

Balkabaklarında a değerleri MAP sebzelerde **1. gün** 20.4 - 28.7; **3. gün** 23.4 - 28.9; **5. gün** 20.0 - 29.7; 7. gün 20.2 - 29.0; **10. gün** 19.7 - 28.3; **14. gün** 22.4 - 28.3; **20. gün** 23.8 - 27.5 aralığında saptanmıştır. b değerleri ise **1. gün** 31.0 - 34.3; **3. gün** 32.8 - 34.1; **5. gün** 31.2 - 34.2; **7. gün** 32.5 - 34.0; **10. gün** 32.4 - 34.4; **14. gün** 33.1 - 34.4; **20. gün** 30.9 - 34.3 aralığında bulunmuştur.

Sitrik asit uygulaması yapılan ve karotenoid maddelerce de daha zengin olan örneklerde, kırmızılık (a) değerlerinin biraz daha yüksek çıkması dikkati çekmektedir. b (sarılık) değerleri arasında ise belirgin bir farklılık saptanamamıştır.

Çizelge 4.4. Balkabağına Ait L, a, b Değerleri

		1.gün	3.gün	5.gün	7.gün	10.gün	14.gün	20.gün
1	L	51.5	51.6	51.8	51.5	51.2	52.0	51.8
	a	23.9	28.4	27.8	20.2	25.4	28.3	27.3
	b	32.2	32.8	33.0	32.8	32.9	33.4	33.3
1A	L	53.7	52.6	49.3	51.0	52.0	54.2	52.2
	a	28.7	28.9	20.0	22.8	28.3	22.4	26.5
	b	34.2	33.6	31.2	32.5	33.6	34.0	33.8
1B	L	55.1	54.5	51.6	53.6	52.4	49.7	47.3
	a	22.5	23.4	25.3	24.8	23.8	22.4	25.4
	b	34.3	34.1	32.7	34.0	33.2	34.0	30.9
2	L	52.9	52.6	51.1	52.8	52.3	51.5	53.1
	a	21.2	23.8	20.4	27.2	19.7	24.4	25.4
	b	33.4	33.6	32.1	33.8	32.4	33.1	34.3
2A	L	53.4	52.8	49.8	54.4	54.3	54.0	52.2
	a	28.3	28.4	29.7	29.0	27.9	26.8	27.5
	b	34.0	33.2	34.2	32.7	34.4	33.6	33.7
2B	L	53.4	51.8	53.2	51.7	53.4	51.8	52.0
	a	20.4	24.5	25.8	24.4	25.0	26.4	23.8
	b	33.2	33.4	31.8	34.0	33.9	34.4	33.2

Toplam asitlik değeri hammaddede 0.09 g / 100 g; MAP sebzelerde **1. gün** 0.06 - 0.10 g / 100 g, **3. gün** 0.06 - 0.09 g / 100 g, **5. gün** 0.04 - 0.09 g / 100 g, **7. gün** 0.06 - 0.10 g / 100 g, **10. gün** 0.05 - 0.08 g / 100 g, **14. ve 20. günler** 0.06 - 0.09 g / 100 g arasında saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Toplam asitlik miktarları açısından, minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinde uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksiyonuna göre istatistiki anlamda farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Sitrik asit uygulaması yapılan örneklerde (özellikle 1A kodlu örnekte) toplam asitlik değeri diğerlerine göre biraz daha yüksek bulunmuştur. Asitli çözeltide bekletme sırasında, sitrik asidin, sebze dokusunun yapısına bağlı olarak bünyeye geçmiş olması, bu duruma yol açmış olabilir.

Analiz dönemleri boyunca toplam asitlik değerlerinde fazla bir değişim görülmemiş olup, örnekler arasındaki farklılık hammaddenin olgunluk düzeyi, yetiştirilme koşulları gibi faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

Mercan (2000) tarafından yapılan çalışmada, farklı popülasyonlardan temin edilen balkabaklarının toplam asitlik miktarları, 0.01 - 0.07 g / 100 g arasında saptanmıştır. Bulunan sonuçlar, araştıracının sonuçlarına yakın değerlerdedir.

Askorbik asit miktarı hammaddede 8.68 mg / 100 g; MAP ürünlerde ise **1. gün** 4.09 - 7.02 mg / 100 g, **3. gün** 3.72 - 6.73 mg / 100 g, **5. gün** 3.01 - 5.85 mg / 100 g, **7. gün** 2.64 - 6.49 mg / 100 g, **10. gün** 3.03 - 6.20 mg / 100 g, **14. gün** 2.99 - 7.04 mg / 100 g, **20. gün** 2.23 - 7.09 mg / 100 g arasında saptanmıştır.

Minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinin askorbik asit miktarları arasında uygulamalar ve süreler arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ($p < 0.01$); ancak uygulama x zaman interaksiyonuna göre istatistiki anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.6).

Balkabağında bulunan askorbik asit miktarındaki genel kayıp ortalaması 20. günün sonunda % 21.26 iken; 1, 1A, 1B, 2 ve 2B kodlu örneklerde bu kayıp sırasıyla % 23.66, % 13.96, % 16.87, % 46.77 ve % 47.53 oranında gerçekleşmiştir. 2A kodlu örneklerde ise askorbik asitte % 8.24 oranında bir artış olmuştur. Diğer örneklerde de kimi analiz dönemlerinde görülen bu

artış, paketlerdeki balkabaklarının bileşim farklılığından ya da sebzelerdeki strese bağlı olarak metabolik sentezin devam etmesinden kaynaklanmış olabilir. McCarthy ve Matthews (1994), minimal işlem görmüş sebzelerde hasar sonrası askorbik asit seviyesinin azalacağını bildirirken; Stegmann ve ark. (1991), strese bağlı olarak askorbat sentezinin artabileceğini vurgulamıştır.

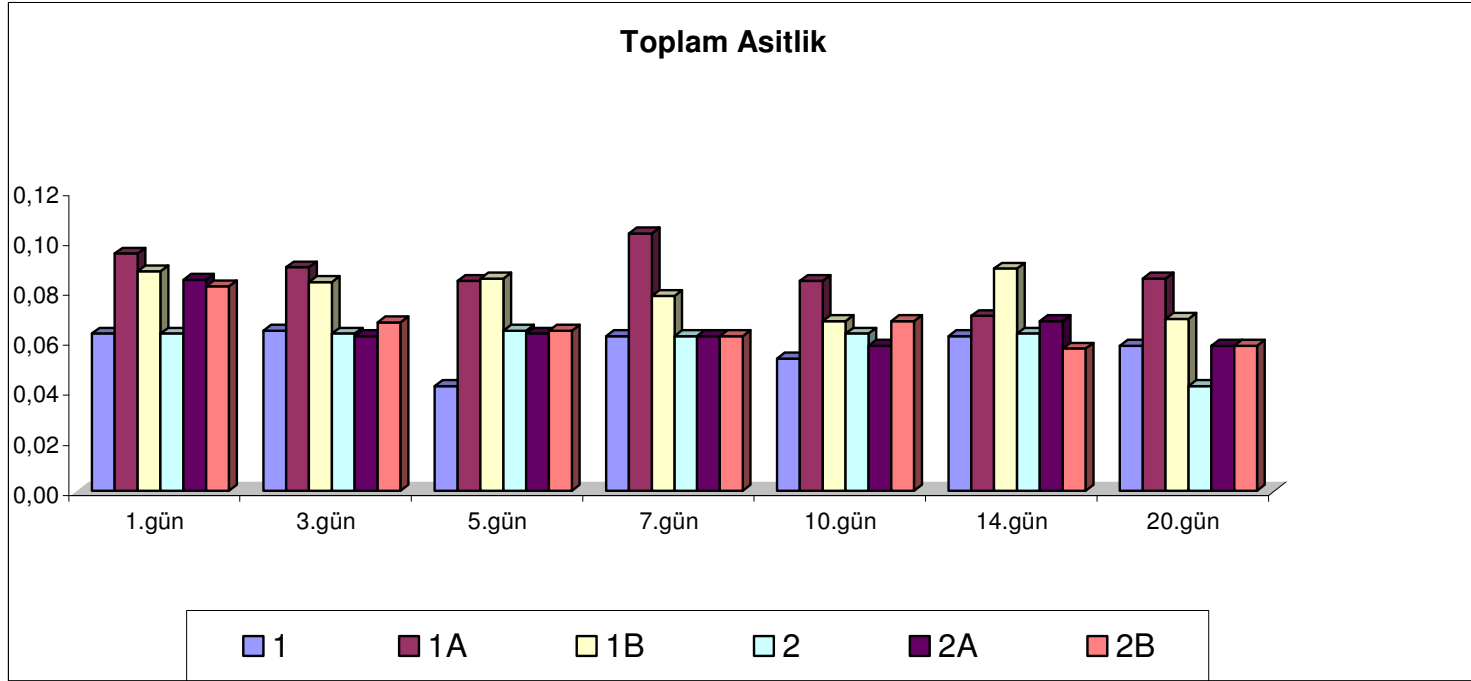
Balkabağında askorbik asit miktarları, Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı Referanslarına göre (Anonim 2006b) 9 mg / 100 g; Anonim (2008)' e göre 16 mg / 100 g olarak bildirilmiştir.

Kullanılan hammadde ile uygulanan farklı işlemler sonrası depolanan örneklerin askorbik asit miktarları arasındaki değişim, büyük oranda uygulamalar arası farka bağlanmıştır. Yukarıda belirtilen literatür değerleriyle, çalışma sonucu elde edilen değerler arasındaki farklar ise, hammaddenin çeşit, yetiştirilme koşulları, hasat olgunluğu gibi parametrelerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Sitrik asit uygulaması yapılan örneklerde (A) askorbik asit miktarları daha yüksek iken, L - sistein uygulaması yapılan sebzelerde çok daha düşük seviyelerde bulunmuştur. Bu durum, askorbik asit üzerinde, pH' yı düşürerek stabilize edici etkisi bulunan sitrik asidin, sinerjistik etkisinin doğal sonucu olarak askorbik asidin yıkımını önleyerek, daha yüksek seviyede kalmasına neden olmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 4.5. Balkabaklarının Ortalama Toplam Asitlik (g / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama
	1	3	5	7	10	14	20	ortalaması
1	0.06 ^{jk}	0.06 ^{i-k}	0.04 ^o	0.06 ^{kl}	0.05 ⁿ	0.06 ^{kl}	0.06 ^{lm}	0.06 ^e
1A	0.10 ^b	0.09 ^c	0.08 ^{ef}	0.10 ^a	0.08 ^{ef}	0.07 ^h	0.09 ^{c-f}	0.09 ^a
1B	0.09 ^{c-e}	0.08 ^{ef}	0.09 ^{c-f}	0.08 ^g	0.07 ^{hi}	0.09 ^{cd}	0.07 ^h	0.08 ^b
2	0.06 ^{jk}	0.06 ^{jk}	0.06 ^{i-k}	0.06 ^{kl}	0.06 ^{jk}	0.06 ^{jk}	0.04 ^o	0.06 ^d
2A	0.09 ^{d-f}	0.06 ^{kl}	0.06 ^{jk}	0.06 ^{kl}	0.06 ^{lm}	0.07 ^{hi}	0.06 ^{lm}	0.07 ^c
2B	0.08 ^{fg}	0.07 ^{h-j}	0.06 ^{i-k}	0.06 ^{kl}	0.07 ^{hi}	0.06 ^{mn}	0.06 ^{lm}	0.07 ^c
Zaman ortalaması	0.08 ^a	0.07 ^b	0.07 ^{cd}	0.07 ^b	0.07 ^d	0.07 ^c	0.06 ^e	
LSD % 5	uygulama x zaman= 4.816							

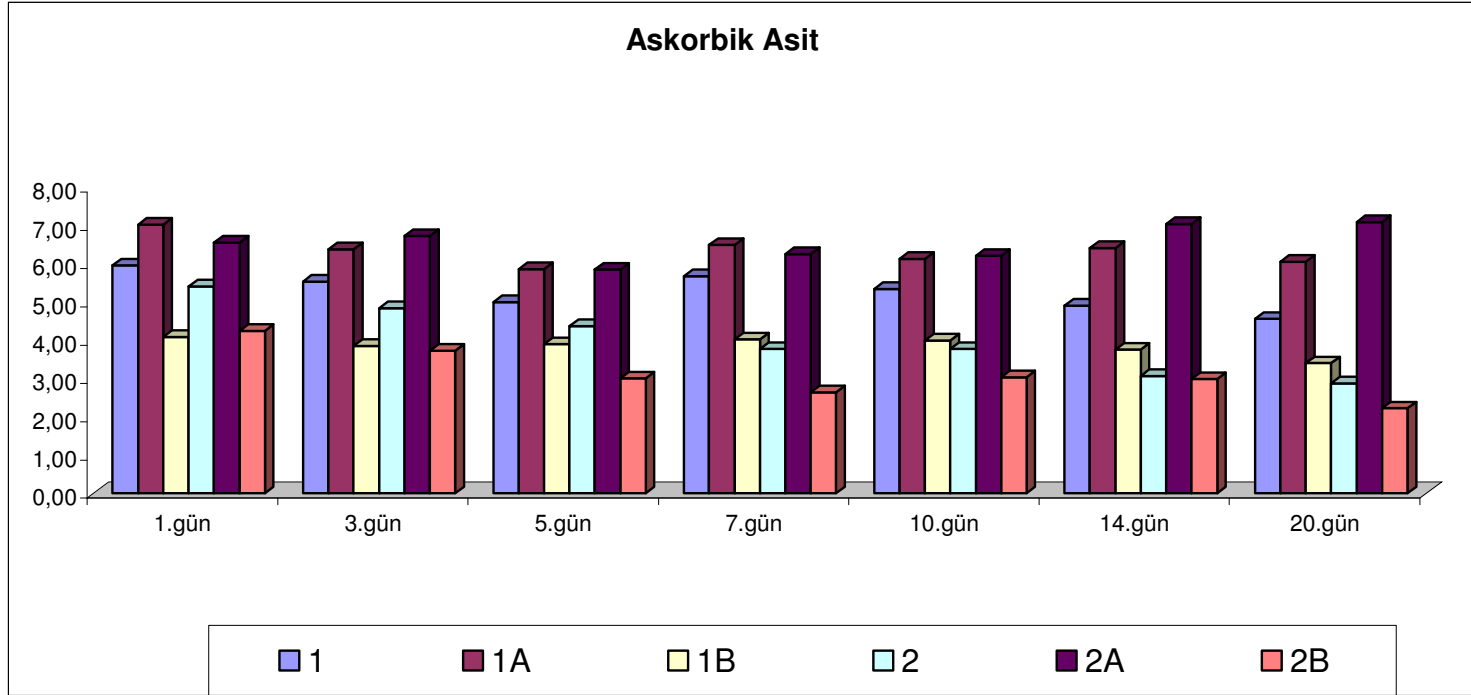


Şekil 4.2. Balkabaklarının Toplam Asitlik Miktarları (g / 100 g)

Çizelge 4.6. Balkabaklarının Ortalama Askorbik Asit (mg / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	5.96	5.53	4.99	5.67	5.34	4.90	4.55	5.28
1A	7.02	6.38	5.85	6.49	6.12	6.41	6.04	6.33
1B	4.09	3.85	3.90	4.02	3.99	3.75	3.40	3.86
2	5.41	4.84	4.37	3.78	3.77	3.07	2.88	4.02
2A	6.55	6.73	5.85	6.26	6.20	7.04	7.09	6.53
2B	4.25	3.72	3.01	2.64	3.03	2.99	2.23	3.12
Zaman ortalaması	5.55	5.17	4.66	4.81	4.74	4.69	4.37	
LSD % 5 (uygulama x zaman)	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	

*ns : istatistiki olarak önemsiz



Şekil 4.3. Balkabaklarının Askorbik Asit Miktarları (mg / 100 g)

Toplam karotenoid madde miktarı balkabağında 254.43 mg / kg düzeyinde bulunmuş; MAP sebzelerde **1. gün** 125.51 - 251.93 mg / kg, **3. gün** 107.94 - 249.58 mg / kg, **5. gün** 107.01 - 246.74 mg / kg, **7. gün** 107.10 - 231.02 mg / kg, **10. gün** 103.18 - 207.86 mg / kg, **14. gün** 99.37 - 179.48 mg / kg, **20. gün** 102.22 - 176.57 mg / kg aralıklarında saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinin toplam karotenoid madde miktarları arasındaki farklılıklar; uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Balkabağında bulunan toplam karotenoid madde miktarındaki genel kayıp ortalaması 20. günün sonunda % 27.62 iken; 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde bu kayıp sırasıyla % 29.47, % 18.30, % 18.56, % 27.50, % 39.12 ve % 26.94 oranında gerçekleşmiştir.

Şekil 4.4' te görüldüğü gibi, en yüksek karotenoid madde miktarı (ortalama), sitrik asitle birlikte karışım gaz uygulaması yapılan sebzelerde (2A); en düşük miktar ise L - sistein uygulamasından sonra azot gazıyla paketlenen (1B) örneklerde saptanmıştır.

Anonim (1991)' e göre balkabağında toplam karotenoid miktarı 450 mg / kg, Mercan (2000) tarafından *Cucurbita maxima* çeşidi balkabakları kullanılarak yapılan çalışmada 295 - 1470 mg / kg arasında, Murkoviç ve ark. (2002) tarafından farklı çeşitlerdeki balkabaklarının karotenoid bileşenleri üzerine yapılan çalışmada ise *Cucurbita moshata* çeşidi için 41.6 - 130.4 mg / kg olarak bildirilmiştir. Sonuçların, hammaddede ve ürünlerde söz edilen ilk iki çalışmaya göre daha düşük, son çalışmaya göre daha yüksek bulunması, hammadde farklılığına ve uygulanan ön işlemlerdeki farklılığa bağlanmıştır. Araştırma kapsamındaki üretimde kullanılan yaklaşık 320 kg (30 adet) balkabağının, et renklerinde görülen farklılıklar (sarı - turuncu tonlarında) da bunu doğrulamaktadır.

Kükürtlü bir bileşik olan L - sistein uygulaması, sebzelerdeki karotenoid madde miktarını olumsuz etkilemiş ve sonuçlar hep en düşük düzeylerde saptanmıştır. Bu sonucu; sebzenin L - sistein çözeltilisinde bekletilme

esnasında, çözeltinin bileşimindeki kükürtten dolayı renginin bir miktar ağarması ve çözeltinin renginin de hafif sararması doğrulamaktadır.

1A, 1B, 2 ve 2B kodlu örneklerde toplam karotenoid madde miktarları bazı analiz dönemlerinde artış göstermiş, sonra tekrar düşüşe geçmiştir. Karotenoid miktarındaki bu artışlar, askorbik asit, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitede olduğu gibi, sebzenin stres koşullarında yeniden senteze başlamasıyla ilişkilendirilmiştir (Reyes ve ark. 2007).

Çizelge 4.8' de minimal işlenmiş balkabaklarının fenolik madde miktarları gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı balkabağında 475.98 mg GAE / 100 g olarak saptanmıştır. Ambalajlanan sebzelerde ise **1. gün** 309.26 - 478.91 mg GAE / 100 g, **3. gün** 263.32 - 468.19 mg GAE / 100 g, **5. gün** 281.64 - 490.74 mg GAE / 100 g, **7. gün** 263.04 - 427.47 mg GAE / 100 g, **10. gün** 255.29 - 415.43 mg GAE / 100 g, **14. gün** 240.76 - 410.12 mg GAE / 100 g, **20. gün** 232.93 - 405.89 mg GAE / 100 g arasında bulunmuştur.

Minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinin fenolik madde içerikleri uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiki anlamda farklılık göstermiştir ($p < 0.01$).

Balkabağında bulunan fenolik maddelerdeki kayıp ortalaması 20. günün sonunda % 22.63 iken; 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde bu kayıp sırasıyla % 24.0, % 30.05, % 29.11, % 15.77, % 15.25 ve % 20.50 düzeyinde olmuştur.

İlgili çizelgeden de görüldüğü gibi kimyasal uygulaması yapılmayan tanık örneklerdeki (1 ve 2 kodlu örnekler) ortalama fenolik madde miktarları, kimyasal uygulamayı takiben modifiye atmosfer ortamında paketlenen diğer örneklerden daha düşük seviyede bulunmuştur. Bu sonuç, toplam fenolik maddelerin korunmasında kimyasal uygulamaların olumlu bir etki gösterdiğini doğrulamaktadır. İnhibitör olarak kullanılan L - sistein ve sitrik asit, fenolik maddeleri substrat olarak kullanan polifenoloksidaz enziminin aktivitesini yavaşlattığı için; bu çözeltilerle muamele edilmeyen tanık örneklerdeki fenolik maddeler enzim tarafından substrat olarak kullanılmış ve daha fazla kayba uğramış olabilir.

Hammadde bileşimindeki farklılığın yanı sıra, 10 dakikalık L - sistein uygulaması sonrasında suda çözünür nitelikteki fenolik maddeler, kısa süreli (5 dakika) sitrik asit uygulamasına kıyasla daha fazla kayba uğramıştır.

Bazı analiz dönemlerinde fenolik madde miktarında görülen artışlar, araştırmacılar tarafından sebzenin enfeksiyon ya da proses esnasında uğradığı hasara karşı (stres durumunda), fizyolojik karşılık vermesi ve bazı bileşenlere yönelik olarak metabolik senteze başlaması şeklinde açıklanmaktadır (Ke ve Saltveit 1988, Babic ve ark. 1993, Amanatidou ve ark. 2000).

Antioksidan aktivite, kurumadde üzerinden ekstrakttaki miktarı 6 mg / mL' ye seyreltilen hammaddede % 42.32 oranında, minimal işlenmiş balkabaklarında ise **1. gün** % 34.27 - 44.09, **3. gün** % 33.88 - 41.94, **5. gün** % 30.84 - 42.14, **7. gün** % 32.34 - 41.86, **10. gün** % 28.40 - 42.34, **14. gün** % 24.04 - 40.92, **20. gün** % 22.39 - 38.74 aralıklarında saptanmıştır. Her analiz periyodunda belirlenen antioksidan aktivite oranlarının süreye bağlı olarak değişim değerleri incelendiğinde, 20. günün sonunda, aktivitenin, başlangıç değerine göre % 28.03 oranında azaldığı görülmektedir. Bu azalış 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 34.32, % 16.98, % 39.93, % 37.56, % 12.13 ve % 30.15 olarak gerçekleşmiştir.

Minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri arasında uygulamalar ve süreler arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemli bulunmuş ($p < 0.01$); ancak uygulama x zaman interaksiyonuna göre istatistiki anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.9).

Tanık örnekler ile L - sistein uygulaması yapılan örneklerde, antioksidan aktivitede daha fazla düşüş yaşanmış, genel olarak sitrik asit uygulanan (1A ve 2A kodlu) örneklerde antioksidan aktivite daha yüksek bulunmuştur. En yüksek aktivite ise sitrik asit uygulamasından sonra, azot ve karbondioksitten oluşan gaz karışımıyla paketlenen 2A kodlu balkabaklarında (ortalama % 41.72) gözlenmiştir.

Şekil 4.6' da da görüldüğü gibi, 1A kodlu örneklere göre başlangıçta daha yüksek aktiviteye sahip olan 2B kodlu örneklerde, antioksidan aktivite oranı depolama boyunca kayba uğrayarak, daha düşük seviyeye inmiştir.

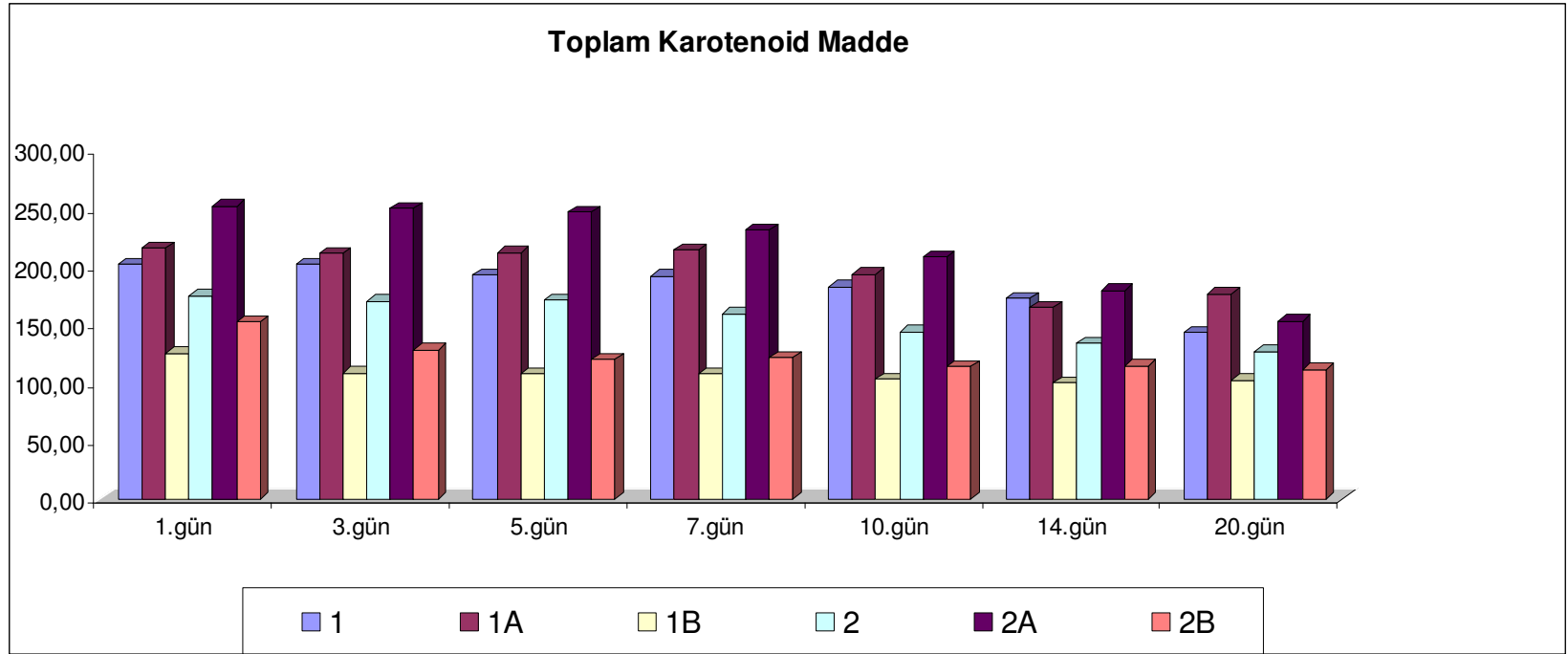
Başlangıçtaki bu durum, uygulamalarda kullanılan hammadde farklılığına bağlanabilir. Yüksek antioksidan aktiviteye sahip 2A ve 2B kodlu örneklerde, antioksidan özellik gösteren karotenoid maddelerin de yüksek düzeylerde saptanmış olması bu sonucu doğrulamaktadır (Çizelge 4.7).

Örnekler, sitrik asit çözeltisiyle 5 dakika, L - sistein çözeltisiyle ise 10 dakika muamele edilmiştir. Sebzeler, L - sistein çözeltisinde daha uzun süreli bekletildiği için, suda çözünür nitelikli fenolik maddeler ile askorbik asit, çözeltiye daha fazla oranda geçmiş olabileceğinden, sebzelerdeki fenolik madde ve askorbik asit kaybına bağlı olarak, antioksidan aktivite oranı daha düşük saptanmıştır. Ayrıca örneklerin çözeltiye daldırılma sürelerinin, dolayısıyla da oksijene maruz kalma sürelerinin farklı olması bu değişimde etkin rol oynamış olabilir.

Sitrik asit uygulanan örneklerde, antioksidan etkileri bulunan askorbik asit ve fenolik madde miktarları da Çizelge 4.6 ve 4.8' de görüldüğü gibi en yüksek düzeylerde dir. L - sistein uygulaması yapılan örneklerde, fenolik maddelerin daha düşük düzeyde olmasına bağlı olarak, bu örneklerde antioksidan aktivite oranları da düşük bulunmuştur. Velioğlu ve ark. (1998) da bazı meyve, sebze ve tahıllara yönelik yaptıkları çalışmada, örneklerin toplam fenolik madde içerikleri ile antioksidan aktivite değerleri arasında pozitif korelasyon bulunduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.7. Balkabaklarının Ortalama Toplam Karotenoid Madde (mg / kg) İçerikleri

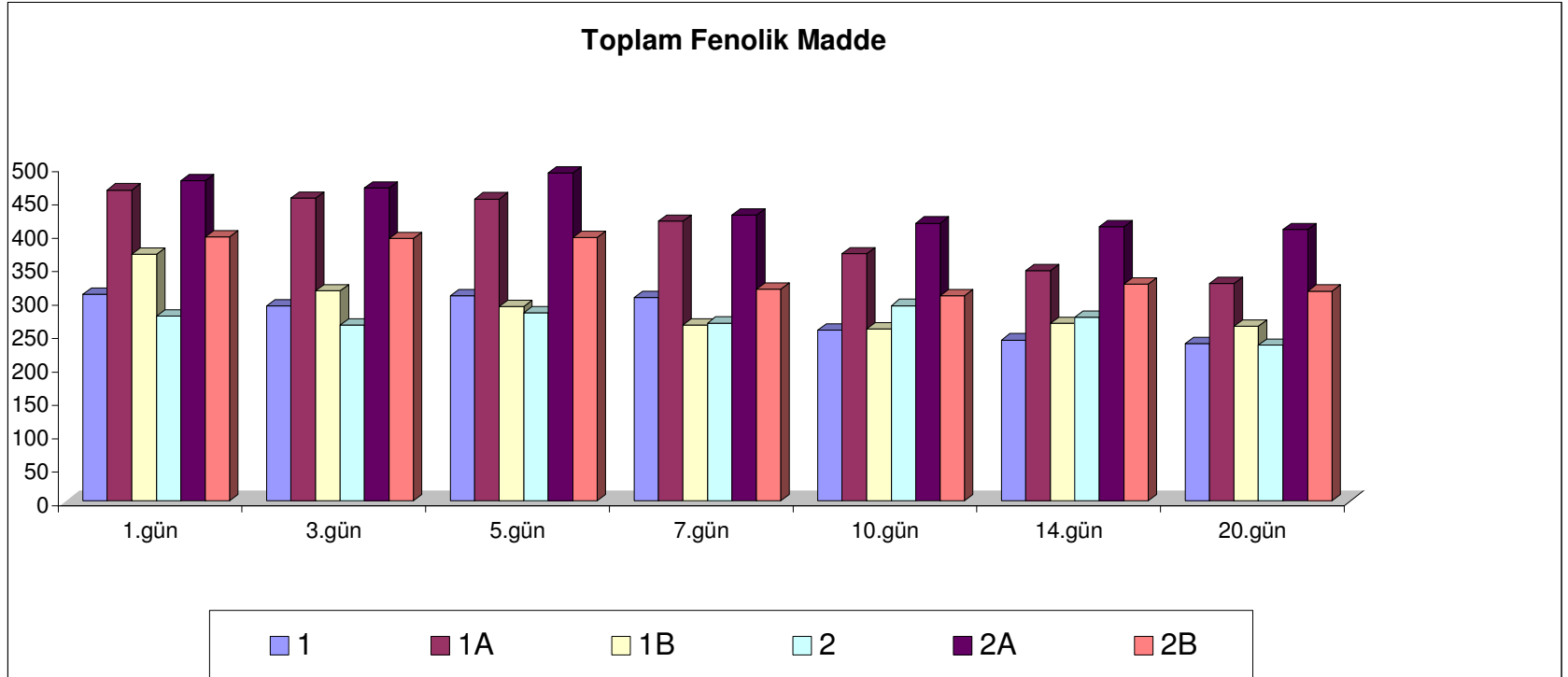
Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	202.21 ^e	201.93 ^e	192.67 ^f	191.96 ^f	182.57 ^g	172.24 ^{ij}	142.62 ^m	183.74 ^c
1A	216.13 ^c	211.18 ^{cd}	211.97 ^{cd}	214.08 ^c	193.30 ^f	164.42 ^k	176.57 ^{hi}	198.23 ^b
1B	125.51 ^{op}	107.94 ^{tu}	107.01 ^{t-v}	107.10 ^{t-v}	103.18 ^{u-w}	99.37 ^w	102.22 ^{vw}	107.47 ^f
2	174.74 ^{h-j}	170.16 ^j	171.07 ^j	159.61 ^k	143.77 ^m	133.93 ⁿ	126.68 ^{op}	154.28 ^d
2A	251.93 ^a	249.58 ^a	246.74 ^a	231.02 ^b	207.86 ^d	179.48 ^{gh}	153.38 ^l	217.14 ^a
2B	152.72 ^l	128.48 ^o	119.50 ^{qr}	121.80 ^{pq}	113.85 ^s	114.33 ^{rs}	111.58 st	123.18 ^e
Zaman ortalaması	187.21 ^a	178.21 ^b	174.83 ^c	170.93 ^d	157.42 ^e	143.96 ^f	135.51 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman= 5.256							



Şekil 4.4. Balkabaklarının Toplam Karotenoid Madde İçerikleri (mg / kg)

Çizelge 4.8. Balkabaklarının Ortalama Toplam Fenolik Madde (mg GAE / 100 g) İçerikleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	309.26 ^{l-k}	291.44 ^{j-m}	306.96 ^{l-k}	304.03 ^{l-l}	255.29 ^{o-r}	240.76 ^{p-r}	235.05 ^{qr}	277.54 ^e
1A	465.07 ^{ab}	452.89 ^{bc}	451.70 ^{bc}	418.34 ^{de}	369.49 ^{fg}	344.71 ^{gh}	325.32 ^{hi}	403.93 ^b
1B	368.85 ^{fg}	314.25 ^{ij}	290.80 ^{j-n}	263.04 ^{m-q}	257.09 ^{o-r}	265.82 ^{m-p}	261.49 ^{n-r}	288.76 ^d
2	276.53 ^{l-o}	263.32 ^{m-q}	281.64 ^{k-o}	266.03 ^{m-p}	291.96 ^{j-m}	274.78 ^{l-o}	232.93 ^r	269.59 ^e
2A	478.91 ^{ab}	468.19 ^{ab}	490.74 ^a	427.47 ^{cd}	415.43 ^{de}	410.12 ^{de}	405.89 ^{de}	442.39 ^a
2B	394.73 ^{ef}	392.45 ^{ef}	394.40 ^{ef}	316.85 ^{h-j}	306.48 ^{l-k}	324.32 ^{hi}	313.81 ^{ij}	349.00 ^c
Zaman ortalaması	382.22 ^a	363.75 ^b	369.37 ^b	332.62 ^c	315.96 ^d	310.08 ^d	295.74 ^e	
LSD % 5	uygulama x zaman= 29.430							

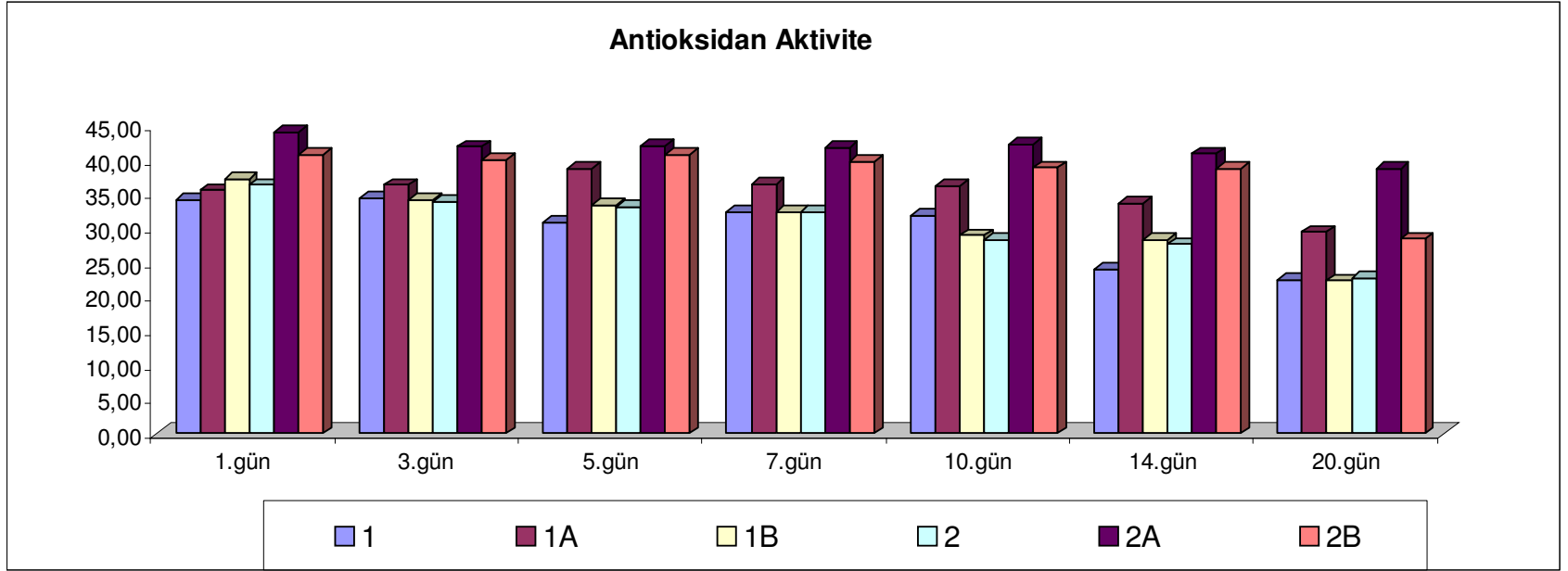


Şekil 4.5. Balkabaklarının Toplam Fenolik Madde İçerikleri (mg GAE / 100 g)

Çizelge 4.9. Balkabaklarının Ortalama Antioksidan Aktivite (%) Oranları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	34.27	34.44	30.84	32.34	31.86	24.04	22.51	30.04
1A	35.57	36.35	38.76	36.53	36.31	33.68	29.53	35.25
1B	37.27	34.22	33.43	32.43	28.96	28.36	22.39	31.00
2	36.34	33.88	33.20	32.37	28.40	27.70	22.69	30.65
2A	44.09	41.94	42.14	41.86	42.34	40.92	38.74	41.72
2B	40.79	39.98	40.85	39.74	38.88	38.71	28.49	38.21
Zaman ortalaması	38.06	36.80	36.54	35.88	34.46	32.23	27.39	
LSD % 5 (uygulama x zaman)	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	

*ns : istatistiki olarak önemsiz



Şekil 4.6. Balkabaklarının Antioksidan Aktivite Oranları (%)

Literatür taramaları sonucunda balkabağının polifenoloksidaz enzim aktivitesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Konuyla ilgili çok sayıda yapılan analize rağmen, söz konusu sebze de enzim aktivitesi belirlenememiştir. Bu durum enzimin çok düşük aktivite göstermesi sonucu, substratı çok yavaş okside etmesi ve yüksek miktarda örnekle çalışılmasına rağmen bu oksidasyonun, spektrofotometrik ölçümde absorbands artışına yansımaması şeklinde yorumlanmıştır.

Ambalaj içi gaz bileşimleri incelendiğinde; MAP sebzelerde oksijen oranı **1. gün** % 0.6 - 2.8; **3. gün** % 0.2 - 2.5; **5. gün** % 0.1 - 2.1; 7. gün % 0 - 0.4; **10. gün** % 0 - 0.3; **14. gün** % 0 - 0.2; **20. gün** % 0 - 0.1 aralığında saptanmıştır. Karbondioksit oranları ise **1. gün** % 3.8 - 13.6; **3. gün** % 5.3 - 16.4; **5. gün** % 5.8 - 17.4; **7. gün** % 6.3 - 18.0; **10. gün** % 7.3 - 18.5; **14. gün** % 7.9 - 19.2; **20. gün** % 8.0 - 20.3 aralığında bulunmuştur.

L - sistein uygulaması yapılan örneklerde, oksijen azalışı daha yavaş gerçekleşmiştir. Dolayısıyla bu kimyasalın solunumu yavaşlatarak, bu yönde olumlu katkı sağladığını söylemek mümkündür. Özellikle karbondioksit gazı da içeren ambalajlarda (2, 2A, 2B), oksijen tüketiminin daha yavaş seyretmesi dikkat çekicidir. 1 ve 2A kodlu örneklerde oksijen miktarının 1. haftadan itibaren tükenmesi, sebzenin olgunluğu ve aldığı darbeye bağlı olarak solunumun hızlı gerçekleşmesine bağlanmıştır. Diğer örneklerde genel olarak denge gaz bileşimi 5. günden itibaren kurulmuştur.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, hammaddede toplam bakteri sayısı 4.6×10^2 kob / g, toplam koliform sayısı <3 EMS / g olarak bulunmuştur. Tüketime hazır işlenmiş sebzelerde, değişik popülasyonlardan yerleşik mikroorganizmaların bulunması muhtemeldir ve çoğu zaman sayıları $10^5 - 10^7$ kob / g arasında olabilmektedir. Bunların % 90' ını gram (-) bakteriler (özellikle *Pseudomonas*, *Enterobakter* ve *Erwinia* türleri) oluşturmaktadır (Francis ve ark. 1999).

Habibunnisa ve ark. (2001) tarafından farklı uygulamalar sonrası, modifiye atmosfer ortamında paketlenen balkabaklarında, depolama sonunda toplam mezofilik bakteri sayısı 3.24×10^5 kob / g' a , koliform bakteri sayısı ise 2.5×10^4 kob / g' a ulaşmıştır. Ambalaj, çeşit ve uygulama

farklılıklarından dolayı, saptanan sonuçlar araştırıcının sonuçlarından farklılık göstermektedir.

Minimal işlemede ön işlemlerin son aşaması, yıkanan ya da çözelti ile muamele edilen sebzelerin ambalajlanmadan önce santrifüjlenmesidir (Reyes 1996). Sebzelerin yüzeyinde kalan nem, su aktivitesinin de artışına bağlı olarak, mikroorganizmaların daha hızlı çoğalması için zemin hazırlamaktadır.

Çizelge 4.10' dan da görüldüğü gibi, tanık örneklerin 1. gününde toplam bakteri sayısının hammaddedekinden fazla bulunması, klorla muamele edilmeyen bu örneklerde çapraz kontaminasyonun olabileceğini düşündürmüştür. Diğer tüm örneklerde, toplam bakteri sayısı, hammaddede bulunan toplam bakteri sayısından düşük bulunmuştur. Bu durum modifiye atmosferde paketlenen sebzelere, ön işlemler aşamasında uygulanan klorun, mikrobiyal yük üzerindeki azaltıcı etkisini ortaya koymaktadır.

Özellikle tanık örneklerle, 1B kodlu örneklerde 10. günden itibaren koliform bakteri sayısı artış göstermiş; diğerlerinde ise 2. haftadan itibaren üremeler görülmüştür. Söz konusu örneklerde mikroorganizma faaliyetiyle ilişkili olarak, ikinci haftadan itibaren tekstürel bozulmalar ve beraberinde yumuşamalar da gözlenmiştir. Genel olarak sitrik asit uygulaması, ürünü iki hafta boyunca mikrobiyolojik yönden güvence altına almıştır.

4.1.1. Minimal İşlem Görmüş Balkabaklarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları ve Değerlendirme

Balkabağı örneklerinin duyusal analizinde, bir çoklu kıyaslama testi örneği olan “sıralama testi” uygulanmıştır (Altuğ 1993).

Panelistlerden paketlenmiş sebzeleri; renk, koku, görünüş ve sertlik özelliklerine göre en çok beğenilenden, en az beğenilene doğru sıralandırmaları istenmiştir.

Örneklerin yapılan sıralama testi sonuçları Çizelge 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14’ te verilmiştir. Minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinin sıralama toplamları, istatistiksel olarak 6 işlemle (6 örnek), 6 tekrara (6 panelist) karşılık verilen üst değerlere (11 - 31) göre % 5 önem düzeyinde değerlendirilmiştir (Kramer ve Twigg 1983). Bu yöntemle göre; sıralama toplamları 11’ in altında olan örnekler % 95 olasılıkla tercih edilmiş; 11 - 31 arasında olan örnekler % 95 olasılıkla farklılık göstermemiş; 31’ in üzerindeki örnekler ise % 95 olasılıkla red edilmiş şeklinde yorumlanmıştır.

Çizelge 4.11’ de görüldüğü gibi, minimal işlem görmüş balkabağı örneklerinde 1. günde renk kriteri dikkate alınarak yapılan sıralama testi sonucunda, sıralama toplamları istatistiksel olarak 6 işlemle, 6 tekrara karşılık verilen üst değerler arasında (11 - 31) olduğu için, örnekler arasında bir farklılık bulunamamıştır. Ancak 3. günden itibaren 2 kodlu tanık örneğin sıralama toplamları (kimyasal uygulaması yapılmaksızın, karışım gaz atmosferinde paketlenen sebze), üst limiti (31) aştığı için, panelistlerce % 95 olasılıkla red edilmiştir. Ön işlemler aşamasında koruyucu bir işlem yapılmadan, modifiye atmosferde paketlenen bu örneklerde, özellikle karotenoid maddelerin hızla parçalanması rengin açılmasına neden olmuş ve bu örnekler tercihlerde en son sıralarda yer almıştır. Diğer örnekler arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır.

Genel olarak L - sistein uygulanan örneklerde, başlangıçta bir miktar renk açılmasına rağmen, depolama periyodu boyunca renk stabilitesi korunmuş ve panelistlerce bu örnekler renk açısından daha çok beğenilmiştir. Özellikle 10. günde, 1A ve 2B kodlu örnekler sıralamada, verilen üst limitin altında

puan olarak (9 - 10), panelistler tarafından % 95 olasılıkla tercih edilmiştir. Kullanılan hammaddenin başlangıç rengi de bu sonuçlar üzerinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.11. Balkabaklarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Renk)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	23	12	26	28	24	12
3. gün	17	11	26	34	26	12
5. gün	14	11	25	36	28	15
7. gün	21	12	26	34	19	14
10. gün	23	9	31	31	22	10
14. gün	18	17	27	35	16	13
20. gün	16	18	24	32	25	11

Çizelge 4.12' de görüldüğü gibi, duyusal olarak koku bakımından L - sistein uygulanan ve saf azot atmosferinde paketlenen örnekler (1B), sıralama testinde 20. gün dışındaki tüm dönemlerde, üst limitin (31) üzerinde puan olarak (32 - 36) panelistlerce % 95 olasılıkla red edilmiştir. Kükürtlü bir bileşik olan L - sistein' in, sebzelerde bıraktığı yabancı koku bu sonuca neden olmuş olabilir.

Kimyasal uygulaması yapılmayan 1 ve 2 kodlu tanıkların kokusu ise hammaddeye yakınlığı nedeniyle tüm panelistlerce daha çok beğenilmiştir. Sıralama toplamları özellikle 1. ve 14. günde, üst limitin altında olan bu örnekler, istatistiki olarak % 95 olasılıkla tercih edilmiştir. Diğer örnekler arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır.

Çizelge 4.12. Balkabaklarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Koku)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	7	23	36	12	19	29
3. gün	11	23	32	17	14	30
5. gün	11	20	36	14	20	25
7. gün	15	14	33	20	13	31
10. gün	11	25	33	13	16	28
14. gün	19	26	36	10	15	20
20. gün	13	21	24	16	29	23

Görünüş açısından örnekler parlaklığa, yüzeyde kabuklanma olup olmamasına ve ambalajların bombaj durumuna göre değerlendirilmiştir. Çizelge 4.13' te görüldüğü gibi 2 kodlu tanık örnek 1, 5 ve 10. günlerde; 1 kodlu tanık örnek ise 7. günde üst limitin (11 - 31) üzerinde puan alarak, tüm panelistlerce red edilmiştir. Bu örneklerde solunumun hızlı olmasına bağlı olarak, kısa süre sonra yüzeyde kabuklanma ve bir süre sonra da bombaj görülmüştür.

L - sistein uygulaması yapılan 1B kodlu örneğin 5, 14 ve 20. günlerde; 2B kodlu örneğin ise 1. ve 7. günlerdeki sıralama toplamları, üst limitin altında kaldığından, bu örnekler panelistler tarafından % 95 olasılıkla tercih edilmiştir. Aynı örneklerin depolama süresince yapılarında fazla bir yüzeysel kuruma olmaması, beğenilmelerine neden olmuştur. Çizelge 4.4' te görülen parlaklık indeksleri (L değerleri) de bunu doğrulamaktadır.

Çizelge 4.13. Balkabaklarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Görünüş)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	21	20	29	32	13	6
3. gün	30	12	17	30	17	20
5. gün	28	13	7	33	27	18
7. gün	32	10	16	29	29	10
10. gün	29	11	12	34	23	17
14. gün	28	30	6	31	18	13
20. gün	26	27	9	22	30	12

Sertlik açısından incelendiğinde, örnekler arasındaki farkların duyusal olarak hissedilemeyecek kadar az olması nedeniyle, paketlenmiş sebzeler panelistler tarafından etkin şekilde değerlendirilememiş ve farklı uygulamalar farklı sıralarda yer almıştır. Çizelge 4.14' te görüldüğü gibi, sertlik kriteri yönüyle yapılan sıralama testi sonucunda 7. günden itibaren, sıralama toplamlarının limit dahilinde olması nedeniyle, örnekler arasında istatistiksel bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.14. Balkabaklarına Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Sertlik)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	31	15	31	23	16	10
3. gün	23	34	13	21	18	17
5. gün	8	29	18	34	23	14
7. gün	17	36	7	19	20	27
10. gün	17	24	15	27	26	17
14. gün	24	19	12	28	27	16
20. gün	24	18	20	20	32	12

4.2. Kerevizlere Ait Analiz Sonuçları ve Tartışma

Farklı ön işlemler sonrası modifiye atmosferde paketlenmek üzere kullanılan kerevizlerin ortalama eni 8 cm, boyu 9 cm olup, elle soyulan sebzelerde fire oranı ortalama % 25 olarak saptanmıştır. Et / kabuk oranı yaklaşık 3 / 1 olan kerevizlere ait analiz sonuçları aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir.

Hammadde analiz sonuçları, ürün sonuçları ile kıyaslanmak üzere ayrı bir çizelge olarak düzenlenmiştir (Çizelge 4.15 - Çizelge 4.29).

Çizelge 4.15. Kerevizlere Ait Hammadde Analiz Sonuçları

Toplam Kurumadde (g / 100g)	11.14
L (parlaklık)	61.3
a (kırmızı - yeşil)	0.8
b (sarı - mavi)	17.0
Toplam Asitlik* (g / 100 g)	0.11
Askorbik Asit (mg / 100 g)	8.5
Toplam Karotenoid Madde (mg / kg)	51.43
Toplam Fenolik Madde (mg GAE / 100 g)	556.29
Antioksidan Aktivite (%)	93.98
Polifenoloksidaz Aktivitesi (U / g)	3500.90
Toplam Bakteri Sayısı (kob / g)	1×10^2
Toplam Koliform Sayısı (EMS / g)	<3

* sitrik asit cinsinden

Paketlenmiş sebzelerde depolama periyodu (20 gün) boyunca ağırlık kaybı % 0.18 - % 0.32 arasında değişim göstermiştir. Özellikle L - sistein ve ardından karışım gaz uygulaması yapılan 2B kodlu örneklerde ağırlık kaybının daha düşük seviyede gerçekleşmiş olması, solunumun ve dolayısıyla metabolik faaliyetlerin daha yavaşlatılmış olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4.16. Kerevizlerde Görülen Ağırlık Kayıpları (%)

Uygulama	Depolama Süresi								Toplam Kayıp
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	10. gün	14. gün	20. gün	
1	230.70	230.74	230.66	230.56	230.50	230.34	230.16	230.07	% 0.27
1A	179.03	179.11	179.03	178.96	178.88	178.76	178.62	178.45	% 0.32
1B	169.87	169.92	169.89	169.76	169.70	169.59	169.48	169.38	% 0.29
2	167.31	167.40	167.39	167.33	167.27	167.23	167.02	166.95	% 0.22
2A	228.96	229.05	228.94	228.86	228.75	228.66	228.53	228.44	% 0.23
2B	192.41	192.48	192.43	192.41	192.32	192.23	192.14	192.07	% 0.18

Toplam kurumadde miktarı hammaddede 11.14 g / 100 g düzeyinde bulunmuştur. Minimal işlem gördükten sonra modifiye atmosferde paketlenip depolanan sebzelerde ise **1. gün** 10.24 - 10.83 g / 100 g, **3. gün** 10.27 - 10.77 g / 100 g, **5. gün** 10.25 - 10.79 g / 100 g, **7. gün** 10.21 - 10.76 g / 100 g, **10. gün** 10.20 - 10.80 g / 100 g, **14. gün** 10.23 - 10.83 g / 100 g, **20. gün** 10.21 - 10.74 g / 100 g arasında saptanmıştır (Çizelge 4.17).

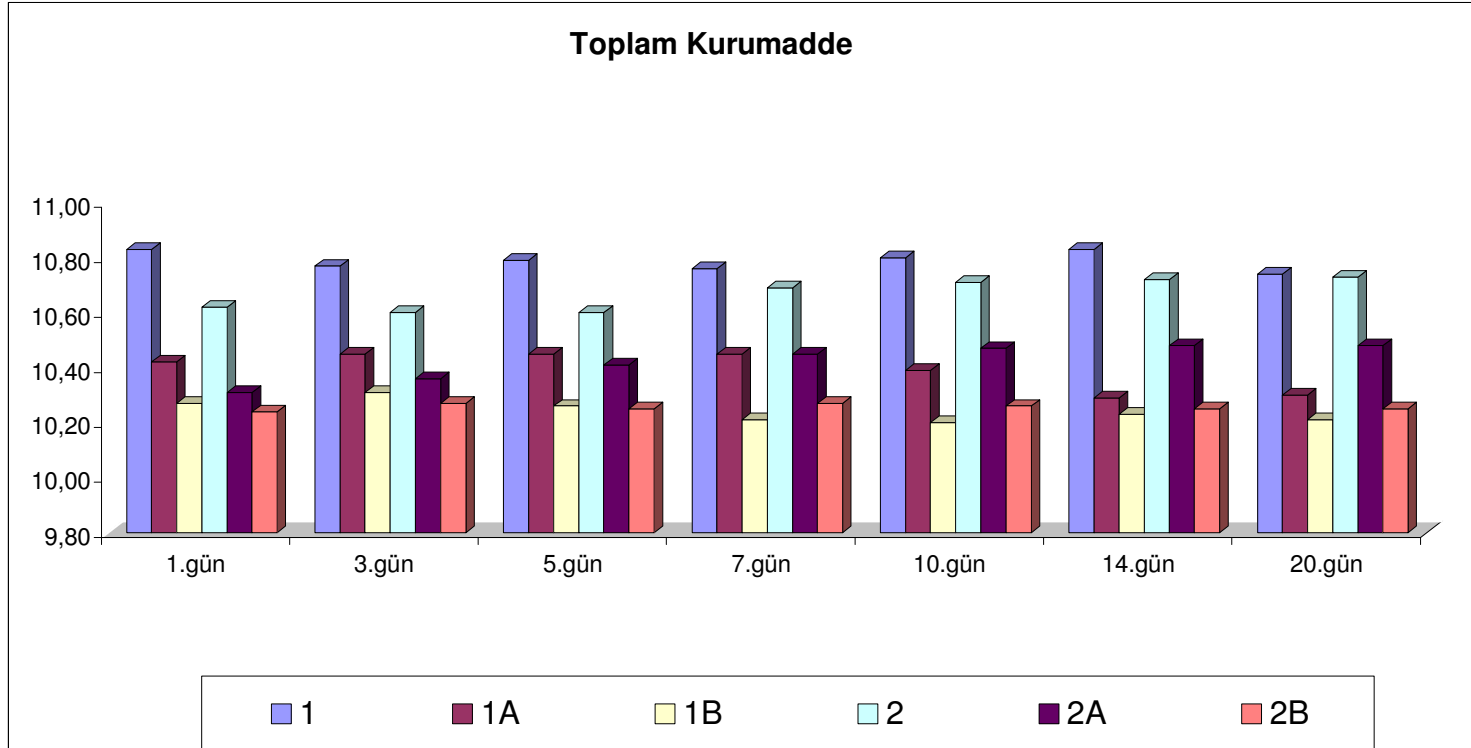
Minimal işlem görmüş kereviz örneklerinin toplam kurumadde içerikleri arasındaki farklılık; uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Kök kerevizinde toplam kurumadde miktarı Carnovale (1983), Günay (1984) ve Baysal (1988) tarafından sırasıyla 12 g / 100 g, 13 g / 100 g, 11.6 g / 100 g olarak bildirilmiştir. Eşiyok ve ark. (2003) tarafından farklı hasat dönemlerinde hasat edilen kerevizlerdeki toplam kurumadde miktarı, 10.72 - 11.04 g / 100 g arasında saptanmıştır. Araştırma materyali olarak kullanılan kerevizin kurumadde içeriği, araştırmacıların belirtmiş olduğu değerlerle uyum göstermektedir.

L - sistein çözeltilisinde, sitrik asit uygulamasına göre daha uzun süre bekletilen sebzelerde, kurumadde kaybı ilk etapta daha fazla olmuştur. Kimi örneklerde kurumadde miktarının bir sonraki analiz döneminde düşük miktarlarda da olsa artış göstermesi, ürünün özellikle yüzeyinde başlayan kısmi kurumadan kaynaklanmış olabilir. Ancak genel olarak depolama boyunca kurumaddede önemli bir değişim meydana gelmemiştir (Şekil 4.7).

Çizelge 4.17. Kerevizlerin Ortalama Toplam Kurumadde (g / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	10.83 ^a	10.77 ^c	10.79 ^b	10.76 ^c	10.80 ^b	10.83 ^a	10.74 ^{cd}	10.79 ^a
1A	10.42 ^j	10.45 ^l	10.45 ^l	10.45 ^l	10.39 ^{kl}	10.29 ^{mo}	10.30 ^{mn}	10.39 ^d
1B	10.27 ^{o-q}	10.31 ^m	10.26 ^{o-q}	10.21 st	10.20 ^t	10.23 ^{rs}	10.21 st	10.24 ^f
2	10.62 ^g	10.60 ^g	10.60 ^g	10.69 ^f	10.71 ^{ef}	10.72 ^{de}	10.73 ^{de}	10.67 ^b
2A	10.31 ^m	10.36 ^l	10.41 ^{jk}	10.45 ^l	10.47 ^{hi}	10.48 ^h	10.48 ^h	10.42 ^c
2B	10.24 ^{qr}	10.27 ^{n-p}	10.25 ^{p-r}	10.27 ^{o-q}	10.26 ^{p-r}	10.25 ^{p-r}	10.25 ^{p-r}	10.26 ^e
Zaman ortalaması	10.45 ^d	10.46 ^{bc}	10.46 ^{a-c}	10.47 ^a	10.47 ^{ab}	10.47 ^{ab}	10.45 ^{cd}	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.026							



Şekil 4.7. Kerevizlerin Toplam Kurumadde Miktarları (g / 100 g)

Hammaddede L değeri 61.3, a değeri 0.8 ve b değeri 17.0 olarak bulunmuştur. Ürünlere ait renk değerleri ise Çizelge 4.18' de görülmektedir. Örneklerin parlaklık ya da ışık geçirgenlik (L) özellikleri birbirine yakın bulunmakla birlikte, en yüksek L değerlerine sahip (beyaza en yakın) olan 1B kodlu örneğin, duyu analizde de renk parametresi bakımından tercih edildiği görülmektedir (Çizelge 4.26).

Kerevizlerde a (kırmızılık) değerleri MAP sebzelerde **1. gün** -3.0 - 2.3; **3. gün** -4.5 - 2.1; **5. gün** -4.1 - 2.8; **7. gün** -3.4 - 3.7; **10. gün** -3.0 - 2.4; **14. gün** -0.3 - 2.8; **20. gün** -2.3 - 0.9 aralığında saptanmıştır. b (sarılık) değerleri ise **1. gün** 17.0 - 23.8; **3. gün** 16.5 - 27.8; **5. gün** 18.8 - 26.4; **7. gün** 18.3 - 20.7; **10. gün** 17.2 - 24.9; **14. gün** 16.7 - 19.5; **20. gün** 16.3 - 21.4 aralığında bulunmuştur. a değerleri, karotenoid madde konsantrasyonunun da yüksek olduğu sitrik asit uygulanmış örneklerde biraz daha yüksek belirlenmiştir. Bazı analiz dönemlerinde a değerinin negatif çıkması, sebzelerde rengin yeşil tonlarına kaymasından kaynaklanmıştır. Üretimde kullanılan sebzelerin bazılarında, yüzey et renginin, kabukların ince soyulması sonucu daha yeşilimsi olması, bu sonuçlar üzerinde etkili olabilir. Kerevizlerin b değerleri arasında ise belirgin bir farklılık saptanamamıştır.

Çizelge 4.18. Kerevizlere Ait L, a, b Değerleri

		1.gün	3.gün	5.gün	7.gün	10.gün	14.gün	20.gün
1	L	71.4	59.3	63.7	53.1	66.1	60.0	60.8
	a	-2.4	0.1	-1.1	3.3	-2.1	0.2	-1.1
	b	19.3	18.4	21.8	19.2	23.1	19.5	19.1
1A	L	54.2	59.6	62.6	56.6	65.6	50.2	48.4
	a	2.3	-0.8	-1.7	-0.2	-2.0	1.2	0.7
	b	18.4	17.8	21.4	19.5	18.2	16.7	16.3
1B	L	71.9	65.5	68.5	75.0	65.6	57.6	58.7
	a	-3.0	0.1	-4.1	-3.4	-2.5	2.7	-2.3
	b	23.8	27.8	23.6	20.7	24.9	17.8	19.8
2	L	66.1	69.1	61.3	63.1	49.3	60.7	59.5
	a	0.2	-4.5	0.9	0.9	2.4	-0.3	0.6
	b	19.7	22.5	20.8	19.5	17.2	18.4	20.7
2A	L	67.4	52.5	53.3	59.3	52.5	51.3	53.4
	a	1.4	2.1	2.8	3.7	1.7	0.3	0.9
	b	18.5	16.5	18.8	18.7	17.4	16.7	17.7
2B	L	57.7	55.5	62.5	61.1	62.8	55.9	60.2
	a	1.3	0.6	-0.6	1.6	-2.2	2.8	-2.3
	b	20.7	19.9	26.4	18.3	24.8	19.2	21.4

Kerevizlerde toplam asit değeri (sitrik asit cinsinden) hammaddede 0.11 g / 100 g; minimal işlem gördükten sonra modifiye atmosferde paketlenip depolanan sebzelerde **1. gün** 0.10 - 0.12 g / 100 g, **3. ve 5. gün** 0.09 - 0.11 g / 100 g, **7., 10. ve 14. gün** 0.10 - 0.11 g / 100 g, **20. gün** 0.10 - 0.12 g / 100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.19).

İstatistiki olarak farklılıklar % 1 düzeyinde önemli bulunsa da; genel olarak toplam asit değerleri, depolama süresince dikkat çekici bir değişim göstermemiş olup; sitrik asit uygulaması yapılan sebzelerde biraz daha yüksek bulunmuştur.

Askorbik asit miktarı hammaddede 8.50 mg / 100 g; minimal işlem gördükten sonra modifiye atmosferde paketlenip depolanan sebzelerde ise **1. gün** 6.07 - 8.08 mg / 100 g, **3. gün** 5.97 - 8.03 mg / 100 g, **5. gün** 5.92 - 7.93 mg / 100 g, **7. gün** 5.53 - 7.69 mg / 100 g, **10. gün** 5.49 - 7.54 mg / 100 g, **14. gün** 4.99 - 7.31 mg / 100 g, **20. gün** 4.59 - 6.96 mg / 100 g arasında saptanmıştır. Değerler arasındaki farklılıkların tümü istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.20 ve Şekil 4.9' da görüldüğü gibi, 3 haftalık depolama süresince askorbik asit oksidasyona dolayısıyla da önemli düzeyde kayba uğramıştır. Kerevizlerin askorbik asit içeriğindeki genel azalış, depolama sonunda % 18.31 iken; ürün başına gerçekleşen azalma miktarları 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 20.48, % 15.04, % 24.38, % 21.91, % 13.76 ve % 15.10 oranında gerçekleşmiştir.

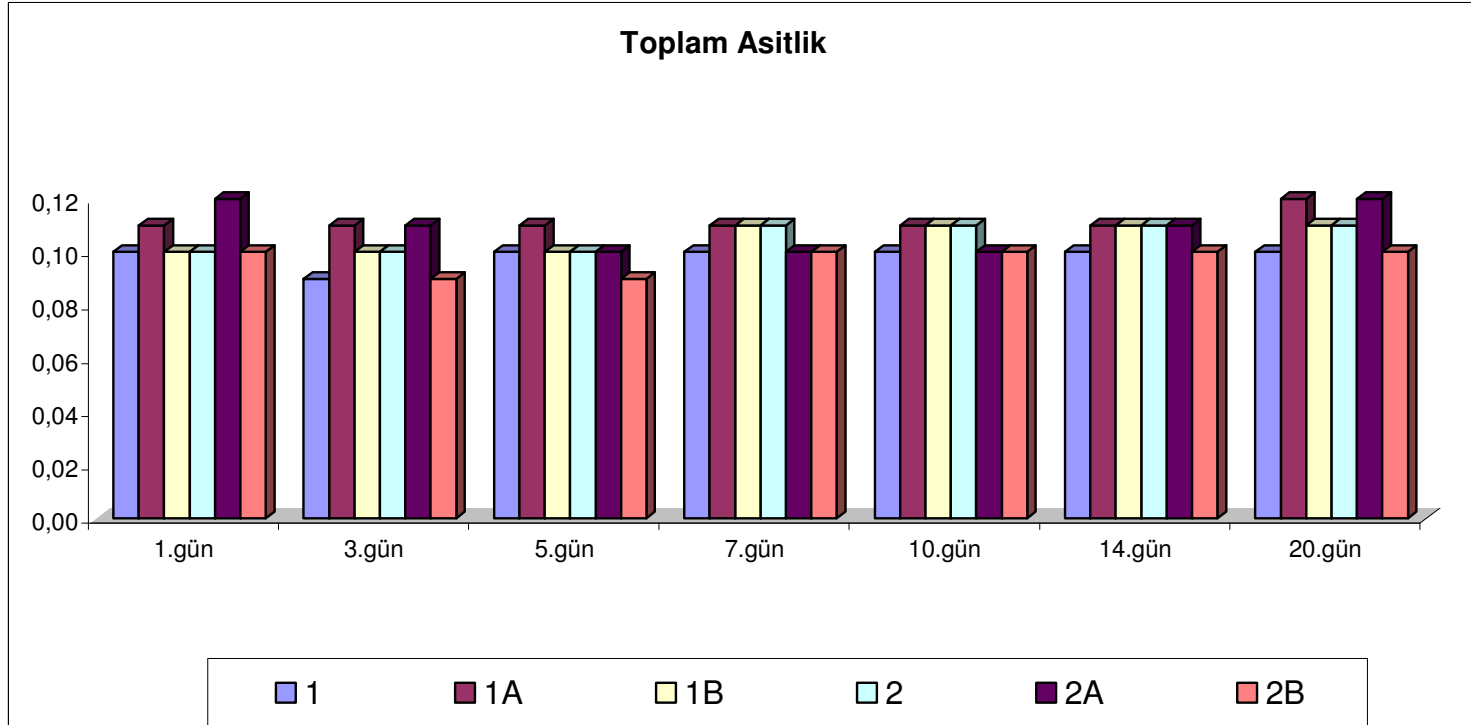
Uygulamalar içerisinde, asidik bir ortam oluşturan sitrik asit, askorbik asidi kısmen stabilize etmiş ve parçalanmasını yavaşlatmıştır. Ayrıca ortam pH düzeyinin sitrik asitle düşürülmesine bağlı olarak askorbik asidin yıkımına neden olan askorbik asit oksidaz enziminin de faaliyeti yavaşlatılmış olabilir. Dolayısıyla 2A uygulamasında askorbik asit değerleri genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Aynı uygulamada, ortamdaki CO₂ gazı solunum üzerinde baskılayıcı etkide bulunarak, askorbik asidin daha yavaş yıkımı yönünde fayda sağlamış olabilir. L - sistein uygulaması yapılan örneklerde ise askorbik asit miktarı, diğerlerinden düşük saptanmıştır. Uygulamaların

yanı sıra, hammadde bileşimindeki farklılıklar da askorbik asit sonuçlarına yansımıştır.

Kerevizde askorbik asit miktarları Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı Referanslarına göre (2006) 3.1 mg / 100g; Zhang ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada 7.4 mg / 100g; Reyes ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada 3.36 mg / 100 g olarak saptanmıştır. Anonim (2008)' de ise kerevizdeki askorbik asit miktarı 10 mg / 100 g olarak bildirilmiştir. Bulunan sonuçlar, yapılan çalışma sonuçlarıyla uyum göstermekte olup; araştırmacıların verileri arasındaki farklar, hammaddenin çeşit, yetiştirme koşulları, hasat olgunluğu, depolama vb. değerlerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.19. Kerevizlerin Ortalama Toplam Asitlik (g / 100 g) Miktarları

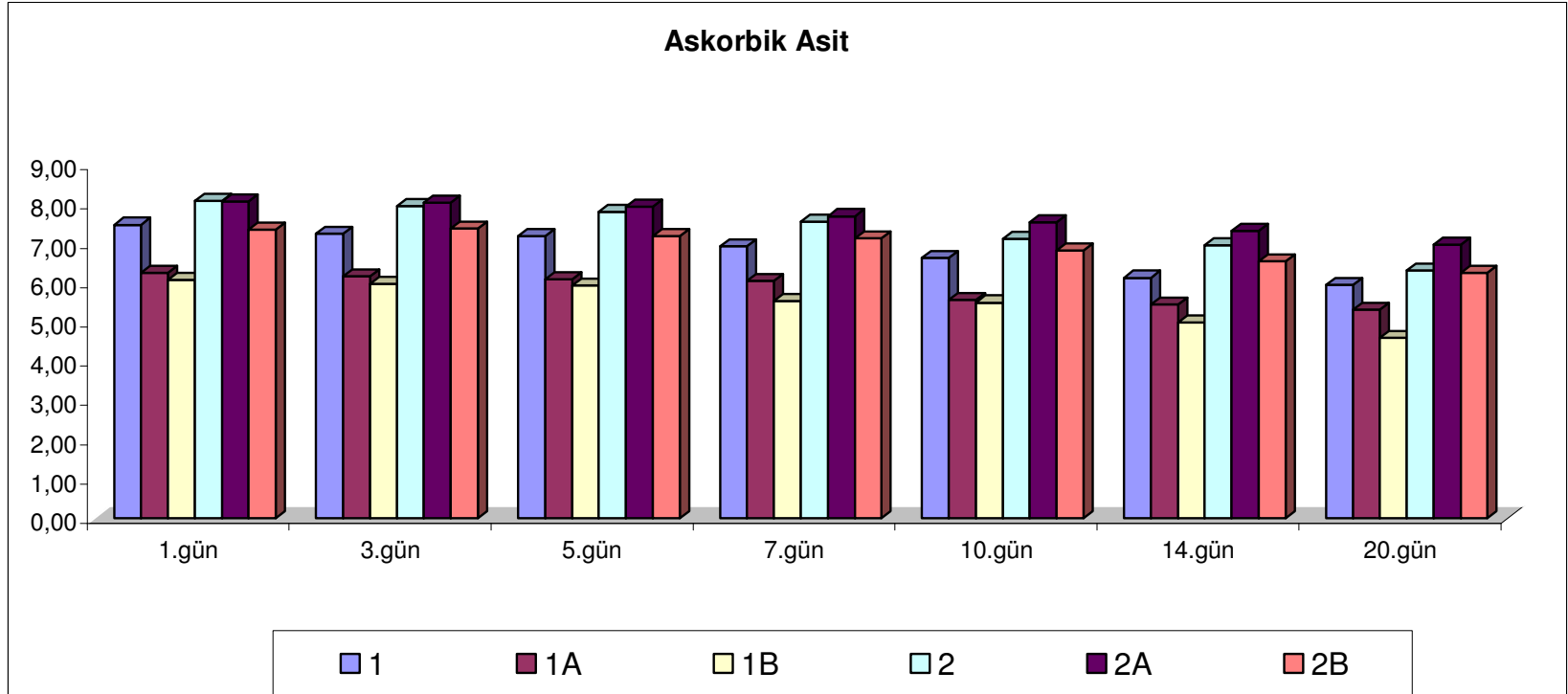
Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	0.10 ^{no}	0.09 ^o	0.10 ^{mn}	0.10 ^{lm}	0.10 ^l	0.10 ^{lm}	0.10 ^k	0.10 ^e
1A	0.11 ^{fg}	0.11 ^h	0.11 ^c	0.11 ⁱ	0.11 ⁱ	0.11 ^{fg}	0.12 ^b	0.11 ^a
1B	0.10 ^j	0.10 ^l	0.10 ^{lm}	0.11 ^{gh}	0.11 ⁱ	0.11 ^h	0.11 ^{fg}	0.10 ^c
2	0.10 ^{mn}	0.10 ^{mn}	0.10 ^{mn}	0.11 ⁱ	0.11 ^{hi}	0.11 ^{fg}	0.11 ^{ef}	0.10 ^d
2A	0.12 ^a	0.11 ^{de}	0.10 ^l	0.10 ^j	0.10 ^j	0.11 ^{cd}	0.12 ^{ab}	0.11 ^b
2B	0.10 ^{lm}	0.09 ^o	0.09 ^o	0.10 ^l	0.10 ^l	0.10 ^k	0.10 ^k	0.10 ^e
Zaman ortalaması	0.10 ^c	0.10 ^d	0.10 ^e	0.10 ^c	0.10 ^c	0.11 ^b	0.11 ^a	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.689							



Şekil 4.8. Kerevizlerin Toplam Asitlik Miktarları (g / 100 g)

Çizelge 4.20. Kerevizlerin Ortalama Askorbik Asit (mg / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	7.47 ^{ef}	7.24 ^{g-j}	7.18 ^{ij}	6.92 ^m	6.62 ⁿ	6.12 ^{p-s}	5.94 ^t	6.78 ^d
1A	6.25 ^{op}	6.16 ^{o-t}	6.09 ^{p-t}	6.04 ^{r-t}	5.56 ^u	5.44 ^{uv}	5.31 ^v	5.83 ^e
1B	6.07 ^{q-t}	5.97 st	5.92 ^t	5.53 ^u	5.49 ^u	4.99 ^w	4.59 ^x	5.51 ^f
2	8.08 ^a	7.94 ^{ab}	7.80 ^{bc}	7.55 ^{de}	7.11 ^{j-l}	6.95 ^{lm}	6.31 ^o	7.39 ^b
2A	8.07 ^a	8.03 ^a	7.93 ^{ab}	7.69 ^{cd}	7.54 ^{de}	7.31 ^{f-i}	6.96 ^{k-m}	7.64 ^a
2B	7.35 ^{f-h}	7.37 ^{fg}	7.19 ^{h-j}	7.13 ^{jk}	6.82 ^m	6.54 ⁿ	6.24 ^{o-q}	6.95 ^c
Zaman ortalaması	7.21 ^a	7.12 ^b	7.02 ^c	6.81 ^d	6.52 ^e	6.22 ^f	5.89 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman= 1.173							



Şekil 4.9. Kerevizlerin Askorbik Asit Miktarları (mg / 100 g)

Toplam karotenoid madde miktarı hammaddede 51.43 mg / kg; MAP kerevizlerde **1. gün** 36.15 - 51.70 mg / kg, **3. gün** 23.54 - 34.35 mg / kg, **5. gün** 19.26 - 32.21 mg / kg, **7. gün** 16.90 - 31.25 mg / kg, **10. gün** 16.38 - 33.83 mg / kg, **14. gün** 15.34 - 30.55 mg / kg, **20. gün** 11.77 - 27.46 mg / kg düzeyinde saptanmıştır (Çizelge 21).

Minimal işlem görmüş kereviz örneklerinin toplam karotenoid madde içerikleri uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiki anlamda farklılık göstermiştir ($p < 0.01$).

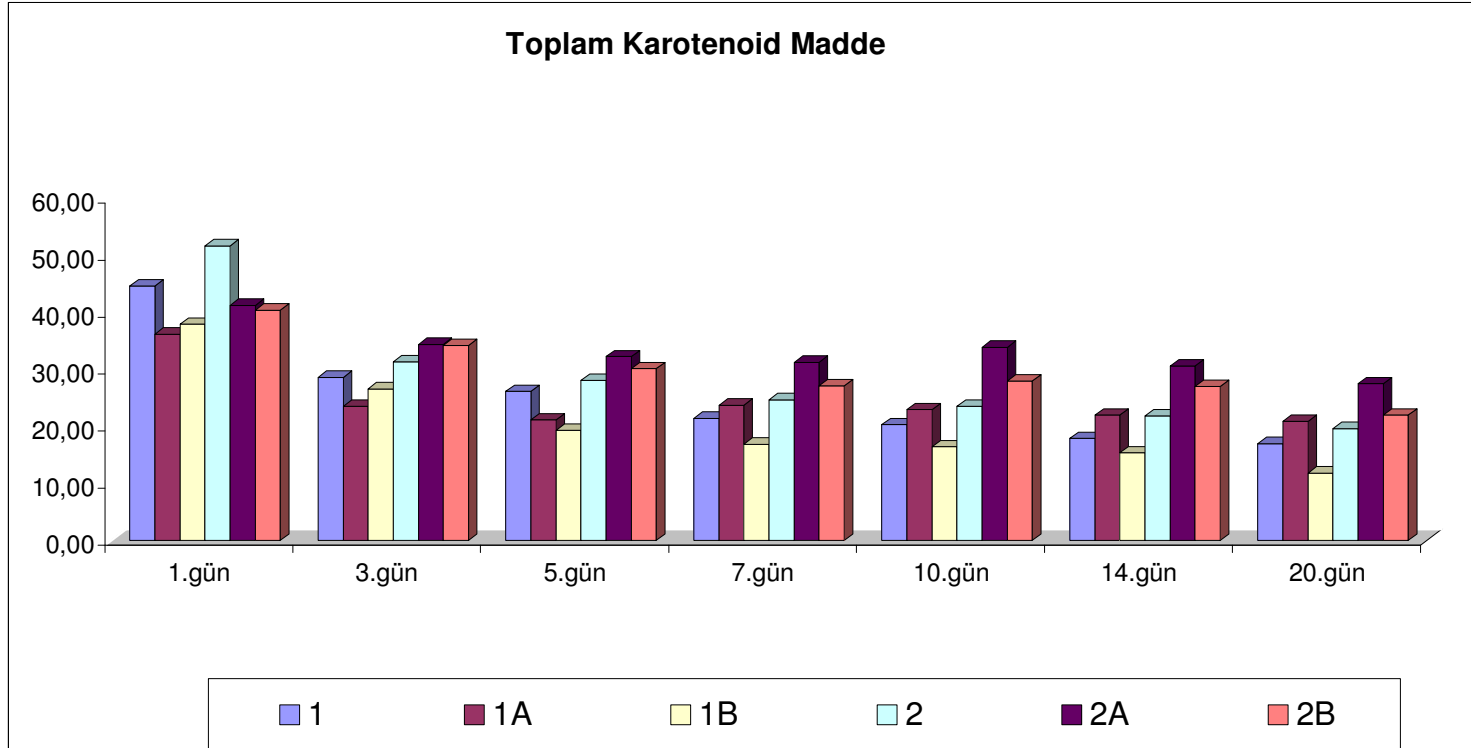
Şekil 4.10' da görüldüğü gibi kerevizlerde bulunan karotenoid maddeler depolama süresince kayba uğramış ve üç hafta sonunda, konjuge çift bağları hızla okside olan karotenoidlerde ortalama % 45.61 oranında azalma gerçekleşmiştir. Ürünlerdeki bu azalış oranları 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 61.38, % 42.24, % 68.95, % 62.11, % 33.37 ve % 45.61' dir.

Başlangıçta tanık sebzelerde (1 ve 2) oldukça yüksek miktarlarda bulunan karotenoid maddeler, raf ömrü boyunca hızla kayba uğramıştır. İki farklı gaz ortamına ait sonuçlar incelendiğinde; L - sistein uygulaması yapıp, azot atmosferinde paketlenen sebzelerin (1B) karotenoid miktarlarının daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Bu azalma, sebzelerin L - sistein çözeltisinde, sitrik aside göre daha uzun süreli bekletilmesi sonucu, renk maddelerinin çözeltiye daha fazla geçmesi şeklinde yorumlanmıştır. En yüksek değer, sitrik asit uygulamasından sonra karışım gaz ortamında paketlenen örneklerde (2A) saptanmıştır.

Modifiye atmosferde paketlenmiş kerevizlerden 1A kodlu örnekte 7. günde; 2A ve 2B kodlu örnekte 10. günde karotenoid miktarında görülen artış, daha önce de belirtildiği gibi, sebzelerin stres koşullarında (kesme, dilimleme vb. ön işlemler, patojenler) fizyolojik karşılık vermesi ve yeniden senteze başlamasıyla ilişkilendirilmiştir (Reyes ve ark. 2007).

Çizelge 4.21. Kerevizlerin Ortalama Toplam Karotenoid Madde (mg / kg) İçerikleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	44.61 ^b	28.61 ^{j-l}	26.09 ^{mn}	21.38 ^{q-s}	20.30 ^{r-t}	17.87 ^{uv}	16.93 ^{v w}	25.11 ^d
1A	36.15 ^{de}	23.54 ^{op}	21.14 ^{q-t}	23.73 ^{op}	22.93 ^{o-q}	21.98 ^{p-r}	20.88 ^{q-t}	24.33 ^d
1B	37.91 ^d	26.56 ^{l-n}	19.26 ^{tu}	16.90 ^{v w}	16.38 ^{v w}	15.34 ^w	11.77 ^x	20.59 ^e
2	51.70 ^a	31.36 ^{hi}	28.03 ^{k-m}	24.71 ^{no}	23.53 ^{op}	21.79 ^{p-r}	19.59 ^{s-u}	28.68 ^c
2A	41.21 ^c	34.35 ^{ef}	32.21 ^{gh}	31.25 ^{hi}	33.83 ^{fg}	30.55 ^{h-j}	27.46 ^{lm}	32.98 ^a
2B	40.41 ^c	34.16 ^{e-g}	30.10 ^{i-k}	27.10 ^{lm}	27.93 ^{lm}	26.97 ^{lm}	21.98 ^{p-r}	29.80 ^b
Zaman ortalaması	42.00 ^a	29.76 ^b	26.14 ^c	24.18 ^d	24.15 ^d	22.42 ^e	19.76 ^f	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.744							



Şekil 4.10. Kerevizlerin Toplam Karotenoid Madde İçerikleri (mg / kg)

Toplam fenolik madde miktarı hammaddede 556.29 mg GAE / 100 g olarak saptanmış iken paketlenmiş sebzelerde **1. gün** 462.06 - 497.04 mg GAE / 100 g, **3. gün** 423.09 - 465.38 mg GAE / 100 g, **5. gün** 403.76 - 457.40 mg GAE / 100 g, **7. gün** 393.53 - 443.06 mg GAE / 100 g, **10. gün** 374.46 - 433.11 mg GAE / 100 g, **14. gün** 358.73 - 421.09 mg GAE / 100 g, **20. gün** 346.08 - 401.60 mg GAE / 100 g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.22).

Minimal işlem görmüş kerevizlerin toplam fenolik madde miktarları bakımından uygulamalar ve süreler arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemli bulunurken ($p < 0.01$); uygulama x zaman interaksyonuna göre istatistiki anlamda önemli bir farklılık görülmemiştir.

Şekil 4.11' den de görüldüğü gibi, depolama boyunca uygulamaların genelinde fenolik madde açısından ortalama % 21.59 oranında azalma gerçekleşmiştir. Bu azalış 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 27.30, % 22.09, % 25.71, % 24.25, % 16.27 ve % 16.97 oranındadır.

Vina ve Chaves (2006), kerevizlerin toplam fenolik madde içeriğini başlangıçta 0.12 $\mu\text{mol} / \text{g}$ olarak bulmuş ve 28 günlük depolama boyunca örneklerin fenolik madde içeriğinde önemli bir değişim saptayamamıştır. Aynı araştırmacıların minimal işlem görmüş kereviz üzerine yaptıkları başka bir çalışmada, başlangıçta 0.21 $\mu\text{mol} / \text{g}$ düzeyinde bulunan fenolik madde miktarı, 24 saatin sonunda 0.20 $\mu\text{mol} / \text{g}$ a düşmüştür. 0 °C' de depolanan örneklerde durum böyleyken; 10 ve 20 °C' de depolanan örneklerde aynı oranda artış yaşanmış; bu artış sebzenin aldığı hasar ve uğradığı stres sonucu, fenolik maddelerin sentezlenmesiyle ilişkilendirilmiştir.

Kubzdela ve Czapski (2004), 4 farklı kereviz çeşidinde (*Mentor*, *Luna F1*, *Makar*, *Feniks*) hasad sonrası toplam polifenol miktarını 49.6- 136.6 mg / 100 g arasında bulmuş; 4 °C' de 6 ay depolandıktan sonra bu değerler sırasıyla 46.2 - 91.4 mg/ 100 g olarak değişim göstermiştir. Bulunan sonuçlar araştırmacının sonuçlarından oldukça yüksek olup; bu farklılık kullanılan hammaddenin niteliklerine ve uygulanan farklı proseslere bağlanmıştır.

Genel olarak, sitrik asit uygulaması, L - sistein uygulamasına göre fenolik maddelerin korunmasında daha etkili olmuştur. Bunun yanı sıra ilk günlerde fenolik madde miktarı, tanık örneklerde diğerlerine göre daha yüksek bulunmuş, sonraki dönemlerde hızla kayba uğrayarak en düşük değerlere ulaşmıştır.

Azot ve karbondioksitten oluşan gaz karışımıyla paketlenen örneklerdeki fenolik madde konsantrasyonları, saf azot gazıyla paketlenen örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum karbondioksit gazının, fenolik maddeler üzerinde koruyucu etkisinin olabileceğini göstermektedir. Ayrıca uygulamalar arasında istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli bulunan farklılık, her bir pakete giren hammaddenin hasat olgunluğunun değişik olmasından da kaynaklanmış olabilir.

Kurumadde üzerinden ekstrakttaki miktarı 6 mg / mL' ye seyreltilen hammaddede % 93.98 oranında saptanan bu değer, modifiye atmosferde paketlenen (MAP) sebzelerde **1. gün** % 85.17 - 93.03, **3. gün** % 67.57 - 86.04, **5. gün** % 65.87 - 84.43, **7. gün** % 64.73 - 83.65, **10.gün** % 63.34 - 81.45, **14. gün** % 61.16 - 78.63, **20. gün** % 55.84 - 75.57 arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.23 ve Şekil 4.12' de görüldüğü gibi, kerevizlere ait antioksidan aktivite oranı, her analiz periyodunda azalan değerler göstermiştir. Minimal işlem görmüş kereviz örneklerinin antioksidan aktivite değerleri arasında görülen bu değişim; uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Örneklerin antioksidan aktivite oranları süre bakımından incelendiğinde, 20. günün sonunda, aktivitenin, başlangıç değerine göre % 26.23 oranında azaldığı görülmektedir. Bu azalış 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 33.49, % 20.24, % 29.67, % 35.06, % 18.77 ve % 21.27 olarak gerçekleşmiştir. Özellikle, başlangıçta diğer örneklere yakın değerlerde antioksidan aktiviteye sahip tanık örneklerde (1 ve 2) görülen hızlı azalış dikkat çekmektedir.

Çizelge 4.20 ve 4.22' de de görüldüğü gibi, tanık örnekler dışında, karışım gaz ortamında paketlenen sebzelerde (2A ve 2B) antioksidan

niteliğindeki askorbik asit ile fenolik maddeler daha yüksek miktarda bulunurken; azot gazıyla paketlenen örneklerde (1A ve 1B) bu değerler daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Yüksek antioksidan aktiviteye sahip 2A ve 2B kodlu örneklerde, antioksidan özellik gösteren karotenoid maddeler de yüksek düzeylerde saptanmıştır (Çizelge 4.21).

Örnekler L - sistein çözeltisinde daha uzun süreli (10 dakika) bekletildiği için, suda çözünür nitelikli fenolik maddeler ve askorbik asit, çözeltiliye daha fazla oranda geçmiş olabileceğinden, sebzelerdeki fenolik madde ve askorbik asit kaybına bağlı olarak, antioksidan aktivite oranı daha düşük saptanmıştır.

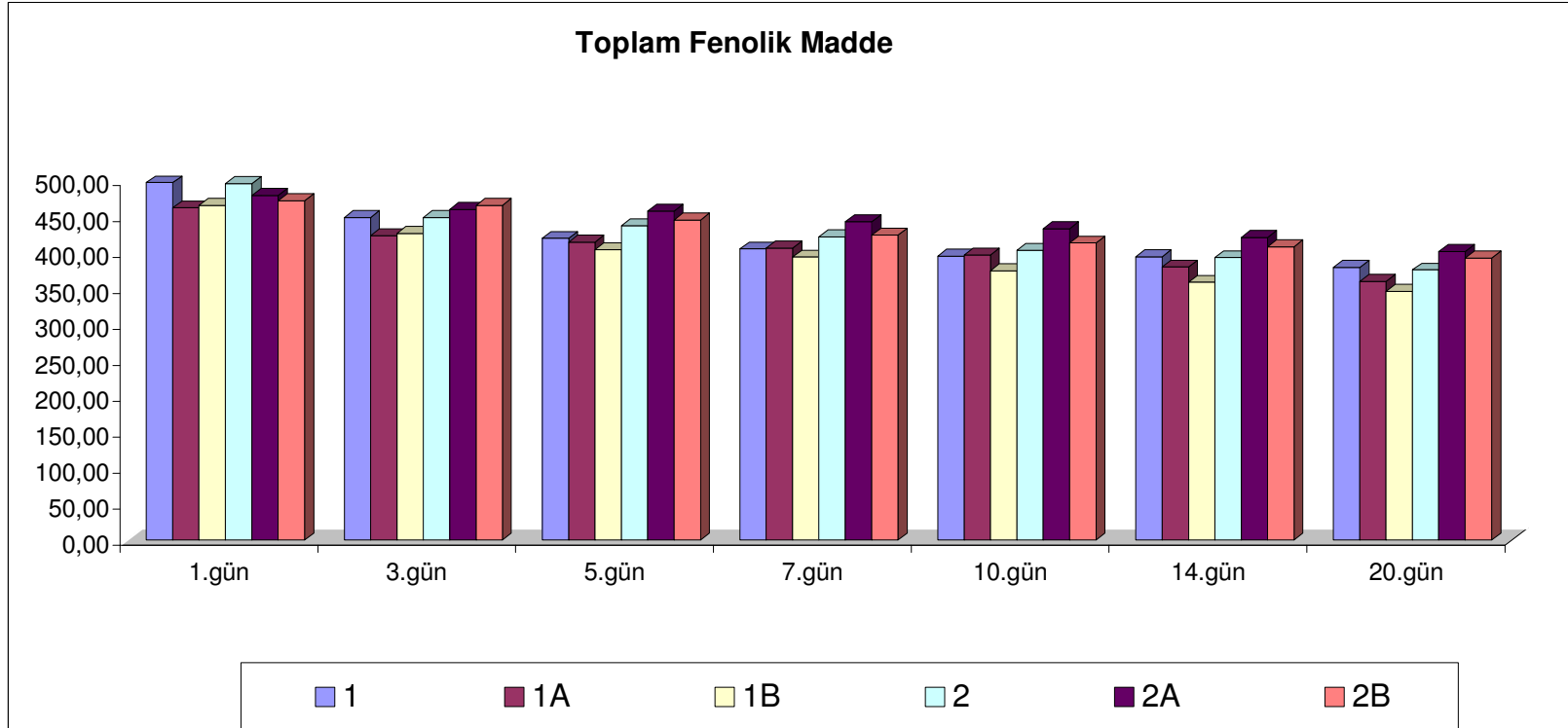
Reyes ve ark. (2007), antioksidan aktivite ve fenolik madde arasında pozitif bir korelasyonun bulunduğunu bildirmiştir.

Vina ve Chaves (2006), ön işlemler aşamasında 100 ppm klor çözeltisi ile (pH: 6.0 - 6.5, 8 °C) 3 dakika muamele edilip, minimal yöntemle işlenmiş ve üst filmi PVC' den oluşan polistiren kaplarda ambalajlanmış kerevizlerde, 30 günlük depolama süresince (0 °C, 4 °C ve 10 °C ile % 85 bağıl nemde) antioksidan aktivitenin genelde azalış, dönemsel olarak da artış gösterdiğini; bunun yapıda bulunan antioksidan grupların (flavanoidler, fenolik asitler, aminoasitler, askorbik asit, tokoferoller, pigmentler vd.) karmaşık etkileşimlerinden kaynaklandığını vurgulamıştır. Bu çalışmada farklı bir yöntemle saptanan antioksidan aktivite değerleri, yukarıdaki çalışmada saptanan sonuçlarla kıyaslanamamıştır.

Çizelge 4.22. Kerevizlerin Ortalama Toplam Fenolik Madde (mg GAE / 100 g) İçerikleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	497.04	448.49	419.63	405.08	394.87	394.23	379.24	419.51
1A	462.06	423.09	414.50	406.01	396.27	379.90	360.00	405.97
1B	465.87	426.77	403.76	393.53	374.46	358.73	346.08	395.60
2	495.85	448.34	437.20	421.48	402.82	392.93	375.63	427.89
2A	479.65	459.95	457.40	443.06	433.11	421.09	401.60	442.27
2B	472.37	465.38	445.39	424.17	413.16	407.65	392.19	431.47
Zaman ortalaması	478.81	445.34	429.65	415.55	402.45	392.42	375.46	
LSD % 5 (uygulama x zaman)	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	

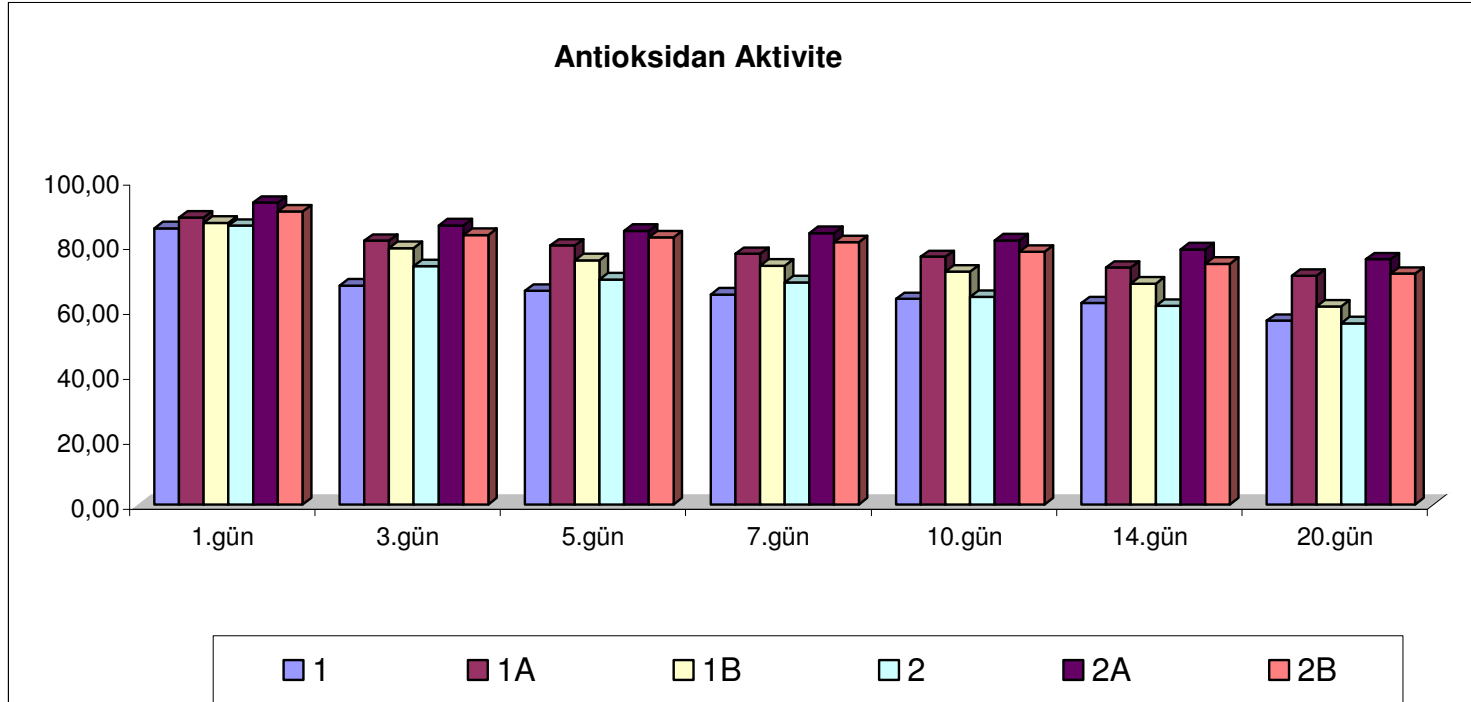
*ns : istatistiki olarak önemsiz



Şekil 4.11. Kerevizlerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri (mg GAE / 100 g)

Çizelge 4.23. Kerevizlerin Ortalama Antioksidan Aktivite (%) Oranları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	85.17 ^{c-f}	67.57 ^{w-y}	65.87 ^{x-z}	64.73 ^{y-l}	63.34 ^{z-/}	62.02 ^{l/}	56.65 ^j	66.48 ^f
1A	88.44 ^{bc}	81.35 ^{g-k}	79.85 ^{i-m}	77.25 ^{m-q}	76.31 ^{n-r}	73.00 ^{r-t}	70.54 ^{t-w}	78.11 ^c
1B	86.77 ^{cd}	79.07 ^{j-n}	75.28 ^{p-r}	73.60 ^{r-t}	71.75 ^{s-u}	68.06 ^{v-x}	61.03 [/]	73.65 ^d
2	85.98 ^{c-e}	73.45 ^{r-t}	69.43 ^{u-w}	68.48 ^{u-x}	64.02 ^{z-/}	61.16 [/]	55.84 ^j	68.34 ^e
2A	93.03 ^a	86.04 ^{c-e}	84.43 ^{d-g}	83.65 ^{d-h}	81.45 ^{g-k}	78.63 ^{k-o}	75.57 ^{o-r}	83.26 ^a
2B	90.37 ^{ab}	83.07 ^{e-i}	82.33 ^{f-j}	80.83 ^{h-l}	77.88 ^{l-p}	74.14 ^{q-s}	71.15 ^{s-v}	79.97 ^b
Zaman ortalaması	88.29 ^a	78.42 ^b	76.20 ^c	74.76 ^d	72.46 ^e	69.50 ^f	65.13 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman= 3.308							



Şekil 4.12. Kerevizlerin Antioksidan Aktivite Oranları (%)

Hammadde olarak kullanılan kerevizlerde ortalama polifenoloksidaz enzim aktivitesi kurumadde üzerinden 3500.90 Unite / g düzeyinde bulunmuştur. Minimal işlem görmüş kerevizlerde ise bu değer **1. gün** 844.70 - 3256.60 U / g, **3. gün** 847.73 - 4837.87 U / g, **5. gün** 846.80 - 4825.97 U / g, **7. gün** 1655.07 - 4867.63 U / g, **10. gün** 826.77 - 4047.47 U / g, **14. gün** 844.23 - 2428.73 U / g, **20. gün** 842.57 - 2428.43 U / g arasında saptanmıştır (Çizelge 4.24).

Minimal işlem görmüş kerevizlerin polifenoloksidaz enzim aktivitesinde, farklı uygulamalar sonrası depolama boyunca görülen değişimler, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Uygulama x zaman interaksyonu bakımından da % 1 önem seviyesinde farklılık saptanmıştır.

Genel olarak ilk günlerde hızla artan enzim aktivitesi, depolama sonlarına doğru önemli düzeyde azalmıştır. Bu durum, ortamdaki O_2 konsantrasyonunun azalmasına paralel olarak, CO_2 oranının artması ile ilişkilendirilebilir.

Şekil 4.13' te görüldüğü gibi, 1 ve 2 kodlu tanık örneklere ait ortalama enzim aktivite değerleri, diğerlerine göre yüksek iken; L - sistein çözeltisiyle muamele edilen 1B ve 2B kodlu örnekler en düşük aktiviteye sahiptir. Söz konusu örneklerde polifenoloksidaz enziminin düşük aktivite göstermesi, esmerleşme reaksiyonlarını sınırlandırdığından bu durum duyu analizi sonuçlarına da yansımış ve bu örnekler renk parametresi bakımından panelistlerce daha çok beğenilmiştir.

Kubzdela ve Czapski (2004), 4 farklı kereviz çeşidinin (*Mentor*, *Luna F1*, *Makar*, *Feniks*) minimal işlemeye uygunluğunu araştırdıkları çalışmada, söz konusu enzimin aktivitesini 1180 - 4330 UA / 100 g arasında saptamış; bu değer 4 °C' de 6 ay depolanan kerevizlerde 660 - 2120 UA / 100 g arasında değişim göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, çeşitlerin farklı olmasıyla da ilişkili olarak, araştırmacının saptadığı değerlerden düşük bulunmuştur.

Yağar (2004), farklı substratlara karşı polifenoloksidaz enziminin aktivitesini araştırdığı çalışmada, L - sisteinin en etkin inhibitör olduğunu bildirmiş ve kateşol substratına karşı aktivite miktarını protein değeri üzerinden 290 U / mL olarak bulmuştur.

Polifenoloksidaz enzimi fenolik bileşikleri kahverengi pigmentlere dönüştürmenin yanı sıra, istenmeyen tat oluşumuna ve besinsel kalitede kayba da neden olmaktadır (Vamos - Vigyazo 1981, Lamikanra 2002). Enzimin yüksek aktivite gösterdiği 1 ve 2 kodlu tanık örneklerde, askorbik asit ve karotenoid maddeler önemli düzeyde kayba uğramıştır. Bu örneklerde solunumun hızlı olmasıyla birlikte, enzimin de yüksek aktivite göstermiş olması, bu bileşenlerin daha fazla ve hızlı parçalanmasına neden olmuş olabilir.

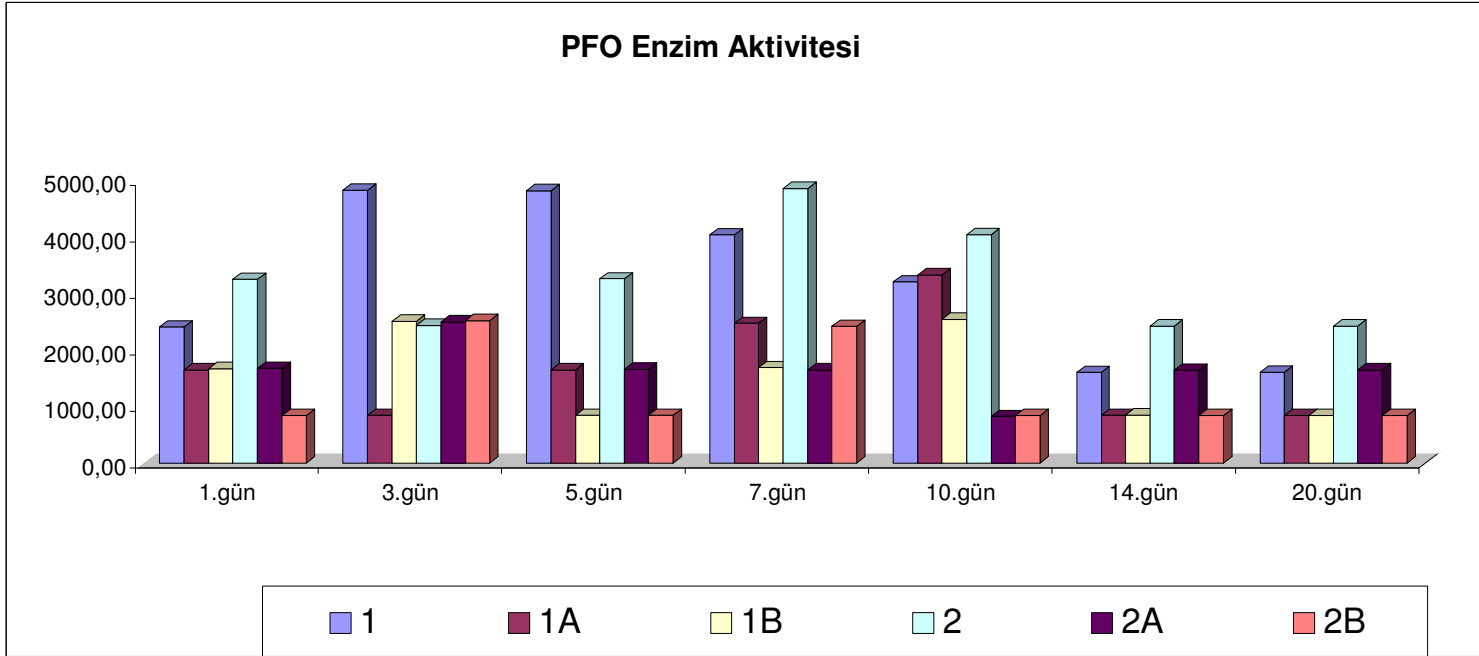
Duangmal ve Aparenten (1999) ile Molnar - Perl ve Friedman (1990), polifenoloksidaz enzimini inhibe etmede sodyum metabisülfidin, askorbik asit, sitrik asit, tuz ve EDTA' ya göre daha etkin olduğunu ortaya koymuştur. Tanık örnekler dışındaki dört örnekte (1A, 1B, 2A, 2B), ön işlemlerde uygulanan Na - metabisülfidin söz konusu olumlu etkisi ürünlere yansımıştır.

Lee ve ark. (2002a), yaptıkları bir çalışmada, patateslere uygulanan bazı inhibitörlerin, polifenoloksidaz aktivitesini önlemedeki rolünü araştırmıştır. Hiçbir uygulama yapılmayan örneklerde söz konusu enzimin aktivitesi % 100 kabul edilmiş, askorbik asit uygulamasında bu oran % 56.7' ye, sitrik asit uygulamasında % 80.4' e, sodyum piro sülfat uygulamasında % 0.3' e, potasyum sorbat uygulamasında ise % 76.8' e düşmüştür. L - sistein kadar etkili olmasa da, sitrik asit çözeltisi de minimal işlem görmüş sebzelerin esmerleşmesini yaklaşık iki hafta kadar engellemiştir.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak; uygulanan kimyasallar arasında sitrik aside göre L - sistein inhibitörünün ve uygulanan modifiye atmosfer koşulları arasında ise saf azot gazına göre, azot ve karbondioksit karışımından oluşan ortam atmosferinin, söz konusu enzimin aktivitesini önlemede daha etkili olduğu söylenebilir. Uygulanan kimyasalların, enzim aktivitesini önlemede modifiye atmosfere sağladığı destek, tanık örneklerdeki yüksek aktivite ile doğrulanmıştır.

Çizelge 4.24. Kerevizlerin Ortalama Polifenoloksidaz Enzim Aktivite (U / g) Değerleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	2417.37 ^l	4837.87 ^b	4825.97 ^b	4043.63 ^c	3213.53 ^f	1607.17 ^p	1610.27 ^p	3222.26 ^b
1A	1654.87 ^o	847.73 ^q	1651.40 ^o	2478.67 ^j	3333.57 ^d	849.27 ^q	845.57 ^{qr}	1665.87 ^c
1B	1676.73 ^{mn}	2515.13 ^{hi}	851.67 ^q	1691.40 ^m	2545.33 ^g	855.17 ^q	845.87 ^{qr}	1568.76 ^d
2	3256.60 ^e	2442.80 ^k	3267.47 ^e	4867.63 ^a	4047.47 ^c	2428.73 ^{kl}	2428.43 ^{kl}	3248.45 ^a
2A	1677.57 ^{mn}	2506.7 ^l	1666.13 ^{no}	1655.07 ^o	826.77 ^r	1650.27 ^o	1655.27 ^o	1662.54 ^c
2B	844.70 ^{qr}	2528.93 ^{gh}	846.80 ^q	2425.93 ^{hi}	843.33 ^{qr}	844.23 ^{qr}	842.57 ^{qr}	1325.07 ^e
Zaman ortalaması	1921.31 ^e	2613.19 ^b	2184.91 ^d	2876.89 ^a	2468.33 ^c	1372.47 ^f	1371.33 ^f	
LSD % 5	Uygulama x zaman= 7.071							



Şekil 4.13. Kerevizlerin Polifenoloksidaz Enzim Aktivite (U / g) Değerleri

Modifiye atmosferde paketlenen sebzelere ait ortam gaz bileşimleri incelendiğinde; paket içi oksijen oranları **1. gün** % 0.4 - 2.3; **3. gün** % 0 - 1.6; **5. gün** % 0 - 1.0; **7. gün** % 0 - 0.3 aralığında saptanmış; **10. günden** itibaren ortamda oksijen kalmamıştır. Karbondioksit oranları ise **1. gün** % 5.2 - 13.2; **3. gün** % 11.2 - 19.5; **5. gün** % 15.7 - 23.3; **7. gün** % 19.6 - 31.8; **10. gün** % 24.4 - 34.6; **14. gün** % 27.5 - 34.7; **20. gün** % 31.1 - 35.4 aralığında bulunmuştur.

Paketlerde bulunan oksijen, hızlı solunumla birlikte kısa sürede tüketilmiş ve karbondioksit oranı her analiz döneminde artış göstermiştir. Bileşiminde karbondioksit bulunan gaz karışımıyla paketlenen örneklerde (2A ve 2B) ise, solunumun bu gazla baskılanmasına bağlı olarak, oksijen azalışı daha yavaş gerçekleşmiştir.

Çizelge 2.7' de belirtildiği gibi, Day (1993) ve Robertson (1993), kerevizi yüksek solunum hızına sahip sebzeler grubuna dahil etmiştir. Tam olarak belirtilmemekle birlikte, düşük solunum hızına sahip sebzeler grubunda da yer alan kerevizin, sap kereviz olduğu tahmin edilmektedir. Hızlı metabolizması nedeniyle, bu sebze ön deneme aşamasında yüksek oksijen ve karbondioksit geçirgenliğine sahip ambalajın kullanımı düşünülmüş; ancak yüksek enzim aktivitesine de bağlı olarak, farklı nitelikteki filmlerle paketlenen sebze, kısa sürede esmerleşme problemi yaşanmıştır. Tam tersine düşük geçirgenlikteki bariyer filmlerle paketlenen kerevizlerde ise kısa süre sonra ambalajda bombaj oluşumu gözlenmiştir. Bu olumsuzlukları gideren en uygun filmle (BOPP) yapılan ambalajlamada ise denge - gaz bileşimi yakalanamamış ve ortam karbondioksit miktarı anaerob solunuma neden olacak seviyelere yükselmiştir.

Mikrobiyolojik yönden değerlendirildiğinde; tanık sebzelerde diğerlerine göre toplam bakteri sayısı ilk günden itibaren yüksek bulunurken; koliform bakteri sayısı 5. günden itibaren hızla artmaya başlamıştır. Genel olarak uygulamalar içerisinde sitrik asit uygulamasından sonra karışım gaz atmosferinde paketlenen örnekler (2A), mikrobiyolojik kalite yönünden daha üstün bulunmuş ve bu uygulama iki hafta boyunca ürünü koruma altına almıştır. Karbondioksitin, ortam pH' sını düşürerek, mikroorganizmalar üzerinde yavaşlatıcı etkide bulunduğu söylenebilir (Çizelge 4.25).

Depolamanın ilk 5 günü, tanık örnekler dışındaki tüm örneklerde, toplam bakteri sayısı, hammaddede bulunan toplam bakteri sayısından düşük bulunmuştur. Bu durum modifiye atmosferde paketlenen sebzelere, ön işlemler aşamasında uygulanan klorlama işleminin, mikrobiyal yükü azaltma yönündeki etkinliğini ortaya koymaktadır. Tanık örnekler, klor çözeltisi ile muamele edilmedikleri için, bunlarda toplam bakteri sayısı daha yüksek saptanmıştır.

Çizelge 4.25. Minimal İşlem Görmüş Kerevizlerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

		1	1A	1B	2	2A	2B
1. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	1×10^3	<10	<10	9.4×10^3	<10	<10
	Toplam koliform (EMS / g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
3. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	4×10^4	<10	<10	1.2×10^4	<10	<10
	Toplam koliform (EMS / g)	3.6	<3	<3	<3	<3	<3
5. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	1.5×10^5	<10	<10	1.1×10^5	<10	<10
	Toplam koliform (EMS / g)	4.3×10^1	<3	<3	9.5×10^1	<3	<3
7. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	1.5×10^6	<10	<10	2.7×10^5	<10	1.2×10^2
	Toplam koliform (EMS / g)	2.1×10^2	<3	<3	$1.1 \times 10^3 <$	<3	<3
10. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	4.2×10^6	6.8	5.5×10^1	1.2×10^6	6.5×10^1	3.3×10^2
	Toplam koliform (EMS / g)	$1.1 \times 10^3 <$	<3	<3	$1.1 \times 10^3 <$	<3	<3
14. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	4.3×10^6	3.0×10^1	3.9×10^4	2.1×10^6	2.7×10^2	3.4×10^2
	Toplam koliform (EMS / g)	$1.1 \times 10^3 <$	<3	<3	$1.1 \times 10^3 <$	<3	2.3×10^1
20. GÜN	Toplam bakteri (kob / g)	1.9×10^7	3×10^6	8.3×10^6	1.9×10^7	3.7×10^7	1.2×10^4
	Toplam koliform (EMS / g)	$1.1 \times 10^3 <$	2.7×10^3	$1.1 \times 10^3 <$	$1.1 \times 10^3 <$	1.5×10^1	2.3×10^1

4.2.1. Minimal İşlem Görmüş Kerevizlere Ait Duyusal Analiz Sonuçları ve Değerlendirme

Kereviz örneklerinin duyusal analizinde, bir çoklu kıyaslama testi örneği olan "sıralama testi" uygulanmıştır (Altuğ 1993).

Panelistlerden paketlenmiş sebzeleri; renk, koku, görünüş ve sertlik özelliklerine göre en çok beğenilenden, en az beğenilene doğru sıralandırmaları istenmiştir. Örneklerin yapılan sıralama testi sonuçları Çizelge 4.26, 4.27, 4.28 ve 4.29' da görülmektedir. Yöntemde belirtildiği gibi minimal işlem görmüş kereviz örneklerinin sıralama toplamları, istatistiksel olarak 6 işlemle (6 örnek), 6 tekrara (6 panelist) karşılık verilen üst değerlere (11 - 31) göre % 5 önem düzeyinde değerlendirilmiştir (Kramer ve Twigg 1983).

Çizelge 4.26' da görüldüğü gibi, minimal işlem görmüş kereviz örneklerinde ilk 10 günde renk kriteri dikkate alınarak yapılan sıralama testi sonucunda, 2A kodlu örneğin sıralama toplamları istatistiksel olarak 6 işlemle, 6 tekrara karşılık verilen üst değerlerin (11 - 31) altında kaldığı için % 95 olasılıkla tercih edilmiştir. Aynı süre boyunca 2 numaralı tanık örneğin sıralama toplamları, üst limiti (31) aştığı için, panelistler tarafından % 95 olasılıkla red edilmiştir. 1 ve 1A kodlu örnekler arasında istatistiki bakımdan önemli bir fark bulunamamıştır.

L - sistein uygulaması yapılan ve her iki atmosfer ortamında paketlenen örnekler ilk 10 gün orijinal renklerini korumuş; ancak ilerleyen dönemde sisteinin koruyuculuk etkisi hızla azalmıştır. Tanık olarak kimyasal uygulaması yapılmaksızın üretilen örnekler, başlangıçta hızla okside olmuş, orijinal renginden kısa sürede uzaklaşmış, ancak 3. haftaya doğru renk açısından diğer örneklerle hemen hemen eşdeğer hale gelmiştir.

L - sisteinin, esmerleşmeye neden olan polifenoloksidaz enzimi üzerindeki inhibisyon etkisi, daha önceden yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Molnar - Perl ve Friedman 1990, Güneş ve Lee 1997, Yağar 2004).

Uygulamaların yanı sıra, kullanılan hammaddenin olgunluk ve yetiştirme koşulları gibi parametreleri, son ürün üzerinde etkili olup; başlangıç hammadde kalitesi de sonuçlara doğrudan yansımıştır. Üretimde her ne kadar beyaz et rengine sahip kaliteli hammadde kullanılmış da olsa, bazı ambalajlarda iç boşalması görülen ve daha koyu et rengine sahip dilim kerevizler de yer almıştır. Bu nitelikteki dilimler, aynı ambalajda bulunan daha sağlam yapılı kereviz dilimlerine göre daha kısa sürede esmerleşmiş ve kalite kaybına uğramıştır.

Çizelge 4.26. Kerevizlere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Renk)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	31	13	16	35	9	22
3. gün	27	11	18	35	9	26
5. gün	26	12	17	35	8	28
7. gün	22	14	13	33	11	31
10. gün	22	20	15	31	7	33
14. gün	21	15	7	29	21	33
20. gün	21	17	9	24	19	36

Çizelge 4.27' de görüldüğü gibi, genel olarak L - sistein uygulanan örnekler (1B ve 2B), koku bakımından üst limitin (31) üzerinde puan alarak, panelistler tarafından % 95 olasılıkla red edilmiştir. Kükürtlü bir bileşik olan L - sistein' in, sebzelerde bıraktığı yabancı koku bu sonuca neden olmuş olabilir.

Karışım gaz ortamında paketlenen sebzelerde (2B) bulunan yabancı koku, 14. günden itibaren kendini daha fazla belli etmiştir. Söz konusu örneğin bu döneme kadar, diğer örneklerden farklılık göstermemesi, CO₂ gazının kükürt kokusunu baskılayıcı niteliğinin olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Kimyasal uygulaması yapılmayan tanık örneklerin (1 ve 2) kokusu ise, hammaddeye yakınlığı nedeniyle, tüm panelistlerce daha çok beğenilmiş ve % 95 olasılıkla tercih edilmiştir.

Çizelge 4.27. Kerevizlere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Koku)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	13	20	31	10	21	31
3. gün	17	10	35	22	12	30
5. gün	7	20	33	14	22	30
7. gün	8	19	31	14	26	28
10. gün	11	24	30	9	23	29
14. gün	13	24	28	7	22	32
20. gün	7	21	32	13	22	31

Görünüş açısından örnekler parlaklığa, yüzeyde kabuklanma olup olmamasına ve ambalajların bombaj durumuna göre değerlendirilmiştir. Çizelge 4.28' de görüldüğü gibi, ön işlemlerde hiçbir muamele yapılmadan paketlenen 1 ve 2 kodlu örnekler, hızla esmerleştiği ve ambalajlarda kısa süre sonra bombaj görüldüğü için, panelistler tarafından özellikle ilk 10 gün boyunca red edilmiştir. İkinci haftadan itibaren örnekler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunamamıştır.

L - sistein uygulaması yapılan 2B kodlu örneğin 3. ve 5. günlerdeki; 1B kodlu örneğin ise 20. gündeki sıralama toplamları, üst limitin altında kaldığından, bu örnekler panelistlerce tercih edilmiştir. Kükürtlü bir aminoasit olan L - sistein, hassas yapıdaki bu ürünün görünümünün korunmasında, sitrik aside göre daha etkili olmuştur.

Çizelge 4.28. Kerevizlere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Görünüş)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	34	14	11	30	14	23
3. gün	34	12	24	32	18	6
5. gün	33	12	6	33	21	21
7. gün	35	11	14	27	15	24
10. gün	28	21	20	32	8	17
14. gün	28	15	16	28	16	23
20. gün	18	22	10	22	24	30

Minimal işlem görmüş kerevizler sertlik açısından incelendiğinde, örnekler arasındaki farklılıkların duyusal olarak hissedilemeyecek kadar az olması nedeniyle, panelistler tarafından etkin bir değerlendirme yapılamamış ve farklı uygulamalar farklı sıralarda yer almıştır. Yalnızca 1A kodlu örnek 1. gün, 6 işlemle, 6 tekrara karşılık verilen üst limitin (11 - 31) altında puan alarak (8), % 95 düzeyinde tercih edilmiş; 1B kodlu örnek ise puanlamada 3. gün üst limiti aşarak (33), panelistler tarafından red edilmiştir. Çizelge 4.29' da da görüldüğü gibi % 5 önem düzeyinde değerlendirilen örneklerin 5. günden itibaren sertlik parametreleri arasında istatistiksel bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.29. Kerevizlere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Sertlik)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	26	8	17	31	21	23
3. gün	20	11	33	23	24	15
5. gün	14	13	25	23	27	24
7. gün	19	20	24	22	17	24
10. gün	23	19	25	16	19	24
14. gün	24	20	17	31	20	14
20. gün	18	21	14	18	27	28

4.3. Patateslere Ait Analiz Sonuçları ve Tartışma

Farklı ön işlemler sonrası, modifiye atmosfer koşullarında paketlenmek üzere materyal olarak kullanılan patateslerin ortalama eni 6.37 cm, boyu 7.71 cm olup, elle soyulan sebzelerde fire (kabuk) oranı % 27.40 olarak saptanmıştır. Et / kabuk oranı ortalama 2.65 / 1 olan patateslere ait analiz sonuçları aşağıda çizelgeler halinde verilmiştir.

Hammadde analiz sonuçları, minimal işlem görüp modifiye atmosferde paketlenmiş ürünlerin analiz sonuçlarıyla kıyaslanmak üzere, ayrı bir çizelge halinde düzenlenmiştir (Çizelge 4.30 - Çizelge 4.44).

Çizelge 4.30. Patateslere Ait Hammadde Analiz Sonuçları

Toplam Kurumadde (g / 100g)	25.13
L (parlaklık)	53.50
a (kırmızı - yeşil)	5.90
b (sarı - mavi)	20.80
Toplam Asitlik* (g / 100 g)	0.18
Askorbik Asit (mg / 100 g)	8.92
Toplam Karotenoid Madde (mg / kg)	65.70
Toplam Fenolik Madde (mg GAE / 100 g)	309.35
Antioksidan Aktivite (%)	34.38
Polifenoloksidaz Aktivitesi (U / g)	3199.36
Toplam Bakteri Sayısı (kob / g)	1.9×10^2
Toplam Koliform Sayısı (EMS / g)	< 3

* sitrik asit cinsinden

Çizelge 4.31' de görüldüğü gibi, modifiye edilmiş atmosfer ortamında paketlenen sebzelerde depolama periyodu (20 gün) boyunca ağırlık kaybı % 0.01 - % 0.04 arasında gerçekleşmiştir. Özellikle L - sistein ve ardından karışım gaz uygulaması yapılan 2B kodlu örneklerde ağırlık kaybının daha düşük seviyede gerçekleşmiş olması, solunumun ve dolayısıyla metabolik faaliyetlerin daha yavaşlamış olmasıyla ilişkilendirilebilir. Tanık örneklerde ağırlık kaybının fazla olması ise, ön işlemlerde uygulanan kimyasalların, modifiye atmosfere destek olarak, ürünün korunmasına katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Şen ve Batu (2007), modifiye atmosferde paketlenen *Marfona* çeşidi patates yumrularındaki (kabuklu) ağırlık kaybını, 8 ay sonunda % 4' ün altında bulmuş; hava atmosferinde depolanan yumrulara ise bu kayıp % 12' nin üzerine çıkmıştır. Polistiren kaplarda, farklı filmler (30 - 40 - 60 mikron kalınlığındaki LDPE ile 38 mikron kalınlığındaki CPP) kullanılarak yapılan paketlemede, polipropilen bazlı filmin kullanıldığı ambalajlarda, ağırlık kaybı en düşük seviyede gerçekleşmiştir.

Ertürk ve Picha (2007), mekanik yöntemle soyup, farklı geçirgenlikteki filmlerle paketledikleri patates şeritlerinin ağırlık kaybını en fazla % 0.71 bulmuştur. Ayrıca oksijen, karbondioksit ve su buharı geçirgenliği düşük olan çok katlı polyolefin filmlerde, ağırlık kaybının en az düzeyde gerçekleştiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada 14 gün boyunca 8 °C' de depolanan örneklerdeki ağırlık kaybı, 2 °C' de depolananlarınkinin yaklaşık iki katı kadar bulunmuş; depolama boyunca gerçekleşen toplam ağırlık kaybının ana nedeninin terleme olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.31. Patateslerde Görülen Ağırlık Kayıpları (%)

Uygulama	Depolama Süresi								Toplam Kayıp
	0. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	10. gün	14. gün	20. gün	
1	281.18	281.26	281.23	281.21	281.23	281.13	281.14	281.07	% 0.04
1A	262.57	262.65	262.62	262.62	262.63	262.61	262.56	262.53	% 0.02
1B	263.32	263.43	263.37	263.37	263.36	263.36	263.35	263.26	% 0.02
2	213.75	213.83	213.79	213.79	213.77	213.72	213.70	213.67	% 0.04
2A	259.22	259.27	259.25	259.25	259.28	259.18	259.16	259.13	% 0.03
2B	272.10	272.09	272.10	272.14	272.16	272.11	272.10	272.08	% 0.01

Toplam kurumadde miktarı patatesten 25.13 g / 100 g olarak bulunmuştur. MAP sebzelerde ise **1. gün** 21.43 - 24.29 g / 100 g, **3. gün** 21.41 - 24.42 g / 100 g, **5. gün** 21.47 - 24.48 g / 100 g, **7. gün** 21.36 - 24.26 g / 100 g, **10. gün** 21.33 - 24.19 g / 100 g, **14. gün** 21.27 - 24.13 g / 100 g, **20. gün** 21.13 - 24.37 g / 100 g arasında saptanmıştır (Çizelge 4.32). İstatistiki olarak tüm örneklerin kurumadde miktarları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Genel olarak depolama süresi boyunca, kurumadede % 1.18 oranında azalma gerçekleşmiştir. Aynı şekilde 1, 1A, 1B, 2 ve 2A kodlu örneklerin kurumadde miktarlarında sırasıyla % 2.07, % 1.40, % 0.27, % 2.69, % 0.54 oranında azalma görülürken; 2B kodlu örnekte % 0.33 oranında artış olmuştur.

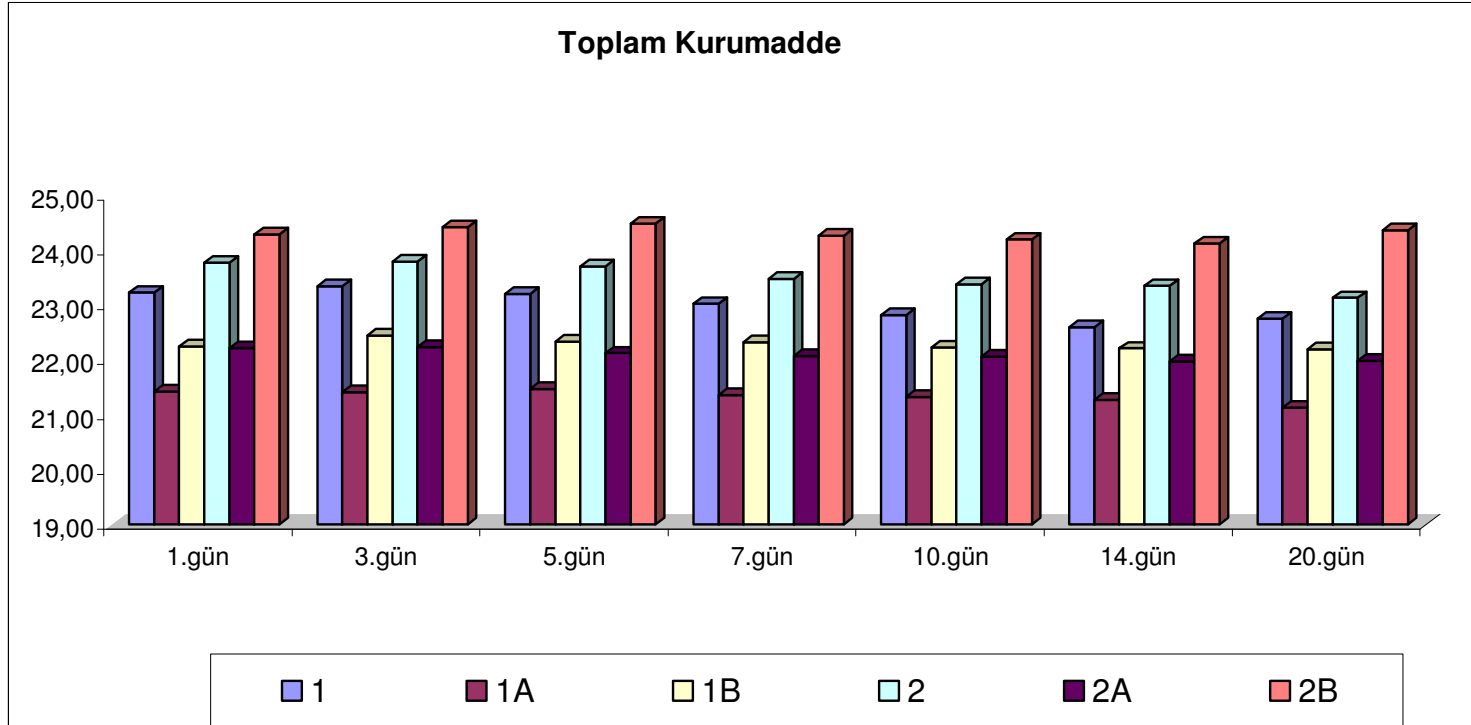
Tanık örneklerde kurumadde kaybının daha fazla olduğu görülmektedir. Söz konusu örneklerde, modifiye atmosferde paketlenme öncesi, sebzelerin solunumunu ve diğer metabolizma faaliyetlerini yavaşlatacak, herhangi bir kimyasal uygulaması yapılmamıştır. Buna bağlı olarak, kurumaddeyi oluşturan bileşenlerden başta şekerler, hızlı solunumla yıkıma uğramış ve buna bağlı olarak toplam kurumadde miktarında azalma olmuş olabilir.

Bazı örneklerde kurumadde miktarının, az da olsa artış göstermesi, ürünün özellikle yüzeyinde başlayan kısmi kurumadan kaynaklanmış olabilir. Ancak genel olarak depolama süresi boyunca kurumadede fazla bir değişim meydana gelmemiştir (Şekil 4.14).

Patatesten toplam kurumadde miktarı Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı Referanslarına (2006) göre 20.66 g / 100 g; Teow ve ark. (2007) tarafından farklı et rengine sahip 19 patates çeşidinde yapılan araştırma sonuçlarına göre % 24.9 - 34.9; Çalışkan (2001) tarafından farklı olgunlaşma grubuna giren patates çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine yapılan çalışma sonuçlarına göre ise % 18.58 - 22.02 olarak bulunmuştur. Farklı çeşitlerin kullanılmasına karşın, genel olarak araştırma materyali olarak kullanılan patatesin kurumadde içeriği, araştırmacıların belirtmiş olduğu değerlerle uyum içindedir.

Çizelge 4.32. Patateslerin Ortalama Toplam Kurumadde (g / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	23.23 ^{f-h}	23.34 ^{e-g}	23.20 ^{gh}	23.02 ⁱ	22.81 ^j	22.60 ^{kl}	22.75 ^{jk}	22.99 ^c
1A	21.43 ^{rs}	21.41 ^{rs}	21.47 ^r	21.36 ^{rs}	21.33 ^{rs}	21.27 st	21.13 ^t	21.34 ^f
1B	22.25 ^{no}	22.44 ^{lm}	22.33 ^{mn}	22.32 ^{mn}	22.22 ^{n-p}	22.21 ^{n-p}	22.19 ^{n-p}	22.28 ^d
2	23.77 ^d	23.79 ^d	23.71 ^d	23.48 ^e	23.38 ^{ef}	23.35 ^{e-g}	23.13 ^{hi}	23.52 ^b
2A	22.21 ^{n-p}	22.24 ^{no}	22.12 ^{o-q}	22.07 ^{pq}	22.06 ^{pq}	21.98 ^q	21.98 ^q	22.09 ^e
2B	24.29 ^{bc}	24.42 ^{ab}	24.48 ^a	24.26 ^{bc}	24.19 ^c	24.13 ^c	24.37 ^{ab}	24.31 ^a
Zaman ortalaması	22.86 ^b	22.94 ^a	22.89 ^{ab}	22.75 ^c	22.67 ^d	22.59 ^e	22.59 ^e	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.165							



Şekil 4.14. Patateslerin Toplam Kurumadde Miktarları (g / 100 g)

Hammaddede L değeri 53.50, a değeri 5.90 ve b değeri 20.80 olarak bulunmuştur. Ürünlere ait renk değerleri ise Çizelge 4.33' de görülmektedir.

Patateslerde L (parlaklık) değerleri MAP patateslerde **1. gün** 60.5 - 75.9; **3. gün** 52.2 - 63.3; **5. gün** 61.8 - 64.0; **7. gün** 62.6 - 67.9; **10. gün** 63.3 - 78.0; **14. gün** 62.3 - 84.1; **20. gün** 60.8 - 71.8 aralığında saptanmıştır.

a (kırmızılık) değerleri **1. gün** 3.1 - 6.5; **3. gün** 3.0 - 6.7; **5. gün** 1.0 - 3.9; **7. gün** -0.2 - 3.3; **10. gün** -0.4 - 4.3; **14. gün** -2.5 - 2.0; **20. gün** -3.0 - 2.2 aralığında bulunmuştur. b (sarılık) değerleri ise **1. gün** 22.8 - 33.0; **3. gün** 23.4 - 24.7; **5. gün** 23.7 - 26.5; **7. gün** 22.7 - 25.2; **10. gün** 20.6 - 30.8; **14. gün** 20.2 - 30.8; **20. gün** 22.5 - 28.5 arasındadır.

Parlaklık ya da ışık geçirgenlik (L) özellikleri bakımından tanık örnekler (1 ve 2) diğerlerine göre daha düşük değerler göstermiştir. Bu durum ürünün hızlı solunumu sonrası, yüzeyinde kısa sürede meydana gelen kurumayla ve esmerleşmeyle ilişkilendirilmiştir. Aynı örneklerde a değerleri, 3. güne kadar en yüksek değerlerde olup, bu günden sonraki dönemlerde, diğer örneklerle yakın sonuçlar göstermiştir. Toplam karotenoid madde miktarının da düşük bulunduğu 2B kodlu örneklerde (L - sistein uygulamasından sonra karışım gaz ortamında paketlenen örnekler) ise a değerleri en düşük düzeydedir. Patateslerin b değerleri arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir.

Bazı analiz dönemlerinde 1A, 1B ve 2B kodlu örneklerin a değerlerinin negatif çıkması, üretimde kullanılan sebzelerin bazılarında kabuğun homojen kalınlıkta soyulamamış, dolayısıyla da sebze eti üzerinde yeşil renkli tabakanın kalmış olmasıyla açıklanabilir.

Kaaber ve ark. (2002), patateslerde L değerini 76.6 olarak bildirmiştir. Güneş ve Lee (1997), patateslerde başlangıç L değerini 65 olarak saptamış; % 0.5 L - sistein ile % 2 sitrik asit karışımının uygulandığı patateslerde bu değer en yüksek seviyelerde tespit edilmiş ve bunu sırasıyla % 5 askorbik asit, % 0.1 potasyum metabisülfid, % 0.5 L - sistein uygulamaları takip etmiştir. Aynı çalışmada, elle soyulan patateslerde ve paketlenmede ortam oksijen oranının en düşük olduğu örneklerde L değeri daha yüksek bulunmuştur.

Cacace ve ark. (2002), 6 °C' de 21 gün depoladıkları patatesteki L değerlerini, % 1 dietilentriaminpentaasetik asit, % 1 N - asetilsistein ve % 5 eritorbik asit + % 1 sitrik asit uyguladıkları örneklerde sırasıyla 48.3, 77.0 ve 99.9 bulmuştur.

Şen ve Batu (2007), 38 µm CPP film ile paketledikleri patates yumrularında, L değerini 0. günde 63.8, 8. ayda 54.38 olarak saptamıştır. a değerleri -3.46 - 0.37 arasında, b değerleri ise 19.39 - 25.02 arasında bulunmuştur. Bulunan sonuçlarla, çalışmadan elde edilen değerler arasındaki bu farklar, patateslere uygulanan ön işlemler ile çeşit, hasad olgunluğu ve depolanma süresi gibi parametrelerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Rocculi ve ark. (2007), esmerleşmeyi önleyici bazı maddelerin (askorbik asit, sitrik asit, L - sistein), patatesin metabolik aktivitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, L değerlerini 57 - 82; a değerlerini ise -1.4 - 6.5 arasında saptamıştır. Askorbik asit ve sitrik asit uygulanan örneklerin L değerleri, konsantrasyonun % 0.5' ten % 2' ye doğru artmasıyla yükselmiştir. Yani renk daha açık kalarak, daha iyi korunmuştur. L - sistein çözeltisinin uygulandığı örneklerdeki a değeri ise aynı düzeylerde kalmıştır. Saptanan değerler, araştırma sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Çizelge 4.33. Patateslere Ait L, a, b Değerleri

		1.gün	3.gün	5.gün	7.gün	10.gün	14.gün	20.gün
1	L	61.1	59.8	61.8	65.7	63.3	62.3	63.0
	a	6.5	6.7	3.9	3.3	4.3	1.9	1.9
	b	24.7	23.8	24.4	25.2	25.0	23.6	23.7
1A	L	64.8	63.3	62.0	67.9	77.6	70.3	68.3
	a	6.5	3.8	2.3	1.1	1.5	-1.3	0.6
	b	25.7	24.4	23.7	24.4	30.8	23.8	26.5
1B	L	68.1	58.6	64.0	64.3	78.0	68.9	63.3
	a	5.8	3.1	1.8	-0.2	0.3	-0.3	-1.3
	b	28.5	24.4	26.5	24.2	30.6	24.5	23.0
2	L	60.5	52.2	63.6	65.8	73.4	62.5	60.8
	a	6.4	5.8	2.8	2.5	2.3	2.0	2.2
	b	22.8	23.4	24.4	23.8	28.8	20.2	22.5
2A	L	62.3	61.1	62.9	62.6	64.2	79.9	67.4
	a	6.4	3.2	2.3	2.0	2.2	1.0	0.8
	b	23.2	24.7	24.3	22.7	20.6	30.8	27.8
2B	L	75.9	55.1	63.9	64.3	76.1	84.1	71.8
	a	3.1	3.0	1.0	0.3	-0.4	-2.5	-3.0
	b	33.0	24.3	26.4	25.0	30.4	28.2	28.5

Toplam asit miktarı (sitrik asit cinsinden) patatestede 0.18 g /100 g; MAP sebzelerde **1. gün** 0.16 - 0.19 g / 100 g, **3. gün** 0.17 - 0.19 g / 100 g, **5. ve 7. gün** 0.16 - 0.19 g / 100 g, **10. gün** 0.17 - 0.19 g / 100 g, **14. gün** 0.17 - 0.20 g / 100 g ve **20. gün** 0.19 - 0.23 g / 100 g düzeyinde saptanmıştır (Çizelge 4.34).

Toplam asit miktarı açısından, minimal işlem görmüş patateslerde uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonuna göre istatistiki anlamda farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Sitrik asit uygulaması yapılan örneklerde (1A ve 2A), toplam asitlik değeri diğerlerine göre biraz daha yüksek bulunmuştur. Asitli çözeltide bekletme sırasında, sitrik asidin, sebzenin bünyesine geçmiş olması, bu duruma neden olmuş olabilir.

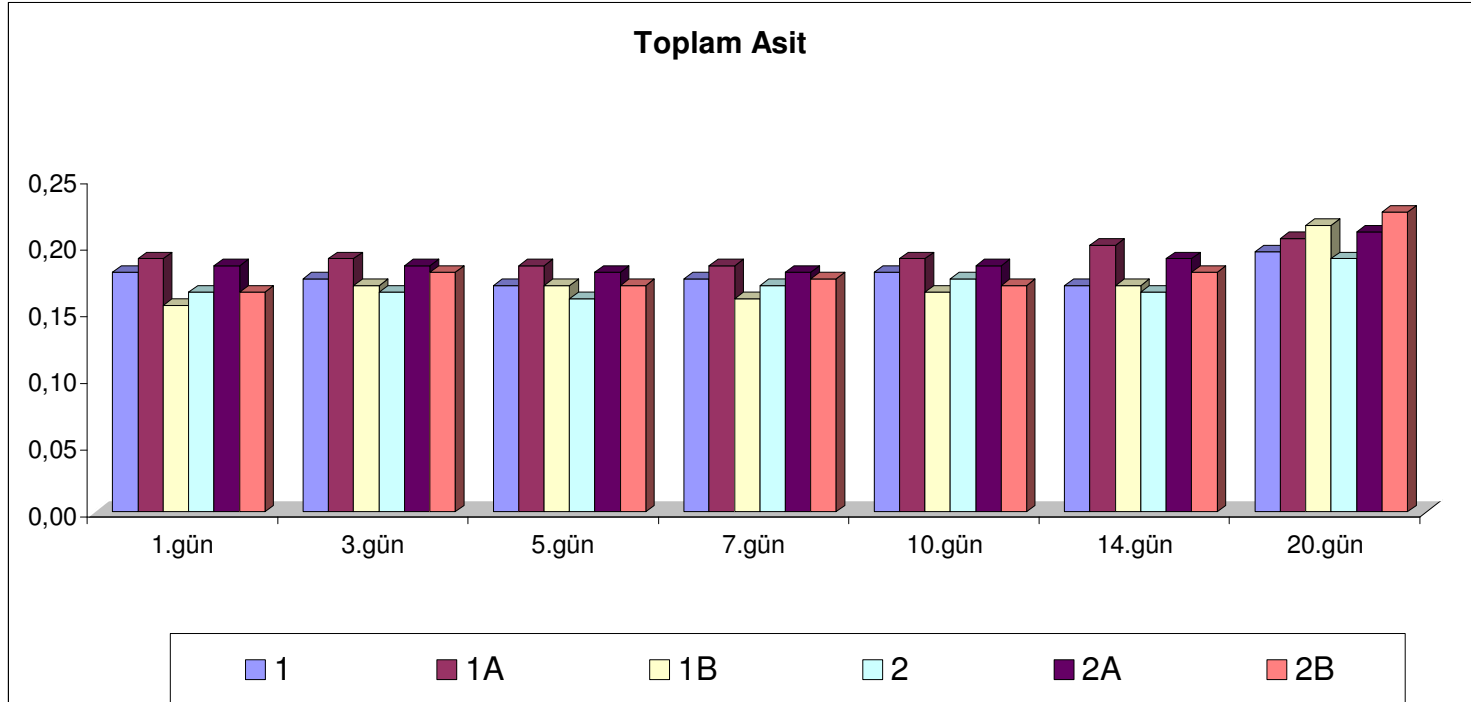
Şen ve Batu (2007), *Marfona* çeşidi patateslerde toplam asit miktarını (sitrik asit cinsinden) 0.14 g / 100 g düzeyinde bulmuştur. Saptanan sonuçlar, araştıracının sonucuna yakın değerlerdedir.

Haris (1992), patatestede bulunan başlıca organik asitlerin; sitrik, malik, okzalik ve fumarik asit olduğunu bildirmiştir.

Analiz dönemleri boyunca toplam asit değerlerinde fazla bir değişim görülmemiş olup, yalnızca 20. günde, önceleri birbirine yakın seyreden değerlerde bir miktar artış olmuştur. Bu durum, ortam CO₂ düzeyinin solunumla artmasına bağlı olarak, oluşan suda çözünen ve karbonik asit formuna dönüşen karbondioksitten kaynaklanmış olabilir. Genel olarak modifiye atmosfer karbondioksidinin, ürün içine diffüze olması ortam asitliğinin artışına neden olmaktadır (Kader 1986). Depolama başlangıcında örnekler arasında görülen farklılık ise, hammaddenin olgunluk düzeyi, yetiştirilme koşulları gibi faktörlere bağlanmıştır.

Çizelge 4.34. Patateslerin Ortalama Toplam Asitlik (g / 100 g) Miktarları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	0.18 ^{hi}	0.18 ^{ij}	0.17 ^{jk}	0.18 ^{ij}	0.18 ^{hi}	0.17 ^{jk}	0.20 ^{ef}	0.18 ^c
1A	0.19 ^{fg}	0.19 ^{fg}	0.19 ^{gh}	0.19 ^{gh}	0.19 ^{fg}	0.20 ^{de}	0.21 ^{cd}	0.19 ^a
1B	0.16 ^m	0.17 ^{jk}	0.17 ^{jk}	0.16 ^{lm}	0.17 ^{kl}	0.17 ^{jk}	0.22 ^b	0.17 ^d
2	0.17 ^{kl}	0.17 ^{kl}	0.16 ^{lm}	0.17 ^{jk}	0.18 ^{ij}	0.17 ^{kl}	0.19 ^{fg}	0.17 ^d
2A	0.19 ^{gh}	0.19 ^{gh}	0.18 ^{hi}	0.18 ^{hi}	0.19 ^{gh}	0.19 ^{fg}	0.21 ^{bc}	0.19 ^b
2B	0.17 ^{kl}	0.18 ^{hi}	0.17 ^{jk}	0.18 ^{ij}	0.17 ^{jk}	0.18 ^{hi}	0.23 ^a	0.18 ^c
Zaman ortalaması	0.17 ^c	0.18 ^b	0.17 ^c	0.17 ^c	0.18 ^b	0.18 ^b	0.21 ^a	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.008							



Şekil 4.15. Patateslerin Toplam Asitlik Miktarları (g / 100 g)

Patateslerde askorbik asit miktarı hammaddede 8.92 mg / 100 g; MAP sebzelerde ise **1. gün** 6.47 - 8.38 mg / 100 g, **3. gün** 5.37 - 8.03 mg / 100 g, **5. gün** 4.93 - 7.66 mg / 100 g, **7. gün** 4.44 - 6.89 mg / 100 g, **10. gün** 3.60 - 6.43 mg / 100 g, **14. gün** 3.11 - 6.15 mg / 100 g, **20. gün** 2.67 - 5.60 mg / 100 g olarak saptanmıştır. Örneklerin askorbik asit miktarları arasındaki farklılıklar, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.35 ve Şekil 4.16' da görüldüğü gibi, üç haftalık depolama süresince askorbik asit önemli düzeyde yıkıma uğramış ve miktarında ortalama % 43.41 oranında bir kayıp gerçekleşmiştir. MAP ürünlerde bu kayıp 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 59.30, % 29.88, % 46.21, % 53.93, % 33.17 ve % 41.64 oranında saptanmıştır.

Tanık 1 ve 2 kodlu örneklerle, L - sistein uygulaması yapılan 1B ve 2B kodlu örneklerde, daha fazla askorbik asit kaybı olduğu görülmektedir. Uygulamalar içinde pH' yı düşürerek asidik bir ortam oluşturan sitrik asit, askorbik asidi stabilize etmiştir. Ayrıca düşük pH 'ya bağlı olarak askorbik asidin yıkımına neden olan askorbik asit oksidaz enziminin de faaliyeti yavaşlatılmış olabilir. Dolayısıyla 1A ve 2A kodlu örneklerde askorbik asit değerleri genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Uygulamaların yanı sıra, hammadde bileşimindeki farklılıklar da askorbik asit sonuçlarına yansımıştır.

Patateste askorbik asit miktarları Amerikan Ulusal Beslenme Veritabanı Referanslarına (2006) göre 19.7 mg / 100g; McConnell ve ark. (2005) tarafından tatlı patateslere yönelik yapılan çalışmada 14.7 - 15.4 mg / 100 g; Şen ve Batu (2007) tarafından Marfona çeşidi patates üzerine yapılan çalışmada 7.04 - 9.6 mg / 100 g; Reyes ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada 5.0 mg / 100 g olarak saptanmıştır. Anonim (2008)' de bu miktar 2.2 mg / 100 g olarak belirtilirken; Tudela ve ark. (2002), 2 gün depolanan patateslerde % 14 - 34 arasında bir askorbik asit kaybının gerçekleştiğini bildirmiştir. Bulunan sonuçlar, Şen ve Batu (2007) ile Reyes ve ark. (2007)' nin saptadığı sonuçlarla uyum gösterirken; diğer sonuçlara göre daha düşüktür. Bu durum, hammaddenin çeşit, yetiştirme koşulları, hasat uygunluğu, depolama vb. değerleri ile uygulanan işleme koşullarının (MAP

koşulları, ambalaj türü, kullanılan çözeltiler vd.) farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Toplam karotenoid madde miktarı patatesten 65.70 mg / kg; MAP sebzelerde **1. gün** 46.03 - 64.21 mg / kg, **3. gün** 42.48 - 60.80 mg / kg, **5. gün** 36.61 - 56.90 mg / kg, **7. gün** 33.29 - 52.93 mg / kg, **10. gün** 31.94 - 48.79 mg / kg, **14. gün** 27.02 - 45.07 mg / kg, **20. gün** 25.26 - 40.64 mg / kg düzeyinde saptanmıştır (Çizelge 4.36). Uygulamalar, süreler ve bu ikisinin interaksyonu bakımından, miktarlardaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Patatesten bulunan toplam karotenoid madde miktarındaki genel kayıp ortalaması 20. günün sonunda % 45.32 iken; 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde bu kayıp sırasıyla % 58.36, % 44.01, % 45.12, % 56.35, % 30.47 ve % 34.98 oranında gerçekleşmiştir.

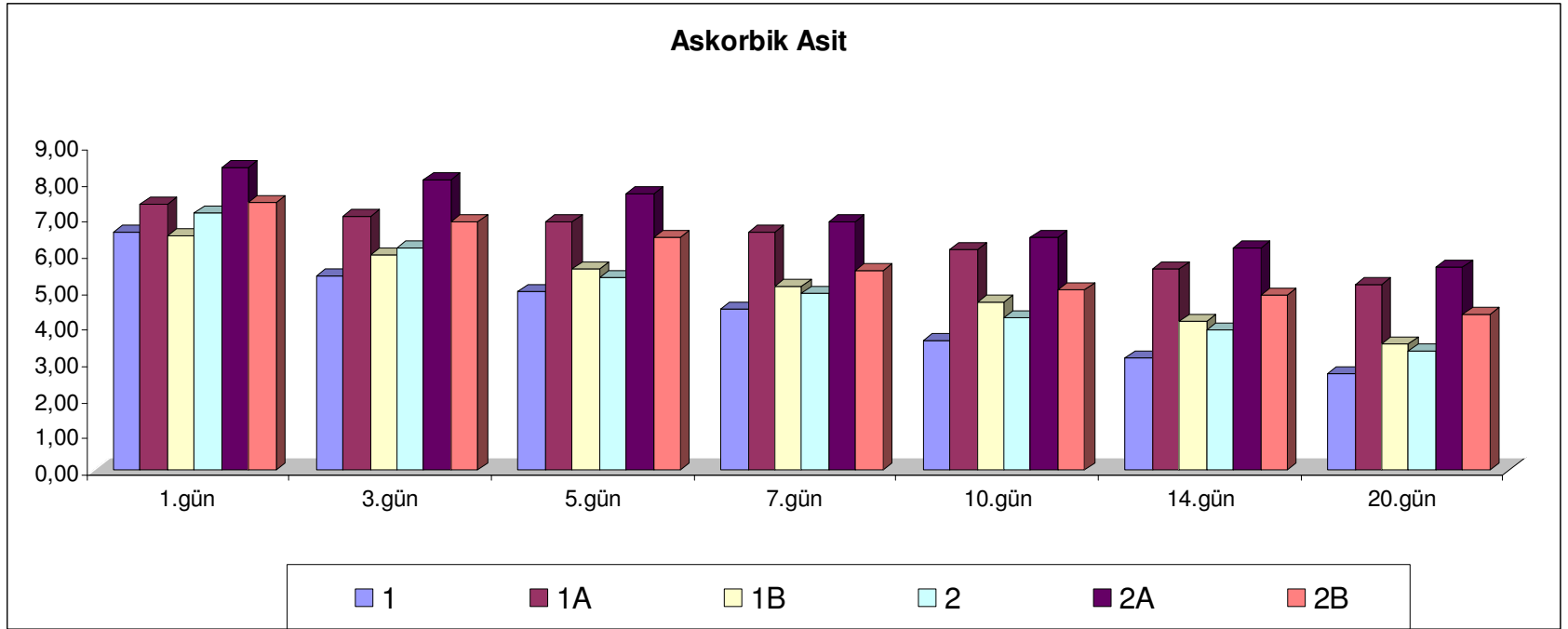
Şekil 4.17' de görüldüğü gibi, uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek karotenoid madde miktarı, sitrik asitle birlikte karışım gaz uygulaması yapılan sebzelerde (2A); en düşük miktar ise L - sistein uygulamasından sonra azot gazıyla paketlenen (1B) örneklerde belirlenmiştir. 1, 2 ve 2B kodlu örneklerde toplam karotenoid miktarının ilk günlerde yüksek bulunması, kullanılan hammaddenin özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Ancak depolamanın ilk günlerinde yüksek karotenoid içeriğine sahip tanık örneklerde, karotenoid madde miktarları depolama boyunca % 50' den fazla kayba uğramıştır. Bu durum ön işlemler sırasında uygulanan kimyasalların koruyuculuk etkisini ortaya koymaktadır.

Ertürk ve Picha (2007) düşük geçirgenlikteki ambalaj materyali ile paketledikleri patateslerde toplam karoten miktarını 50.0 - 54.4 mg / kg; McConnell ve ark. (2005) ise MA koşullarında muhafaza ettikleri dilimlenmiş patateslerde bu miktarı 67 - 74 mg / kg arasında saptamıştır.

Sonuçlar, araştırmacıların bulmuş oldukları değerlerle uyum göstermekte olup; hammadde farklılığı ve uygulanan değişik ön işlemler nedeniyle düşük düzeyde farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 4.35. Patateslerin Ortalama Askorbik Asit (mg / 100 g) Miktarları

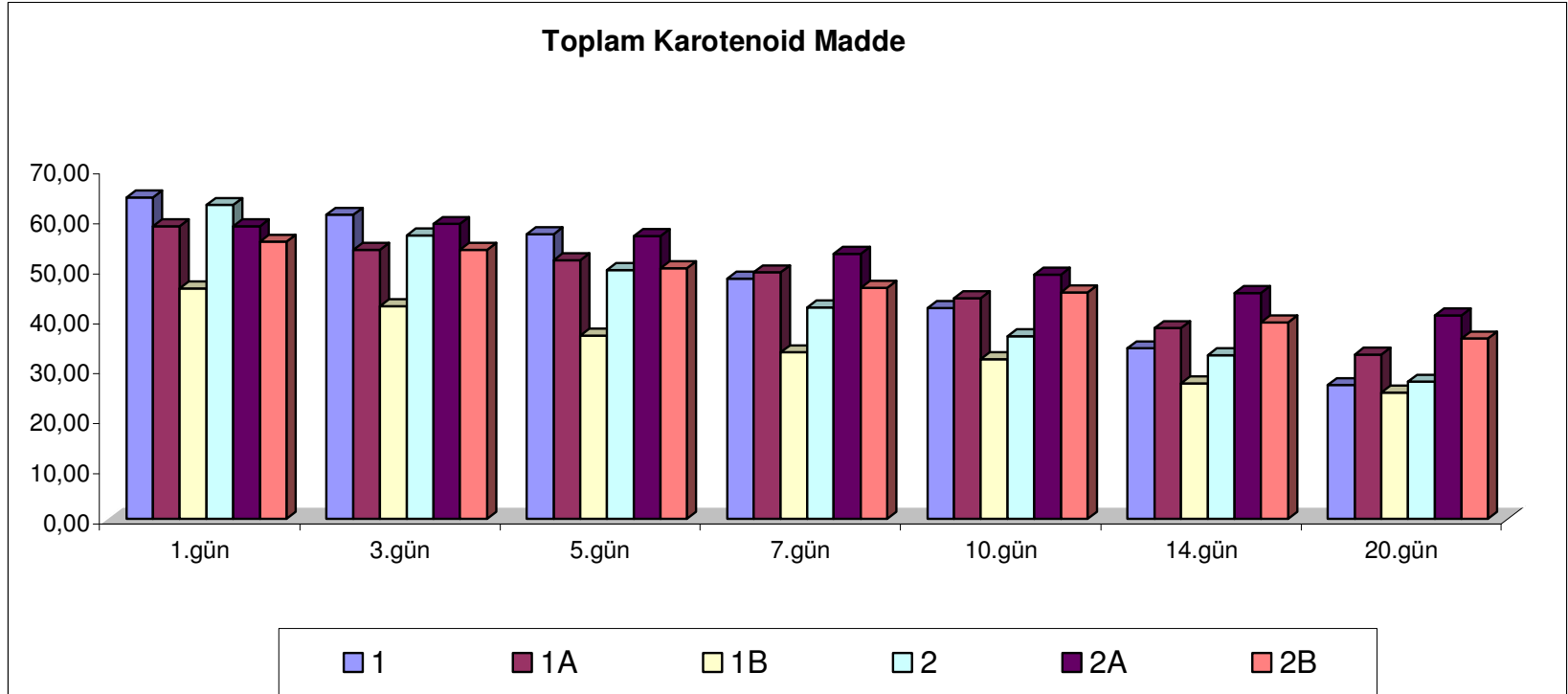
Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama
	1	3	5	7	10	14	20	ortalaması
1	6.56 ^{h-j}	5.37 ^{n-p}	4.93 ^{q-s}	4.44 ^{t-v}	3.60 ^{xy}	3.11 ^z	2.67 ^l	4.38 ^e
1A	7.33 ^{c-e}	7.00 ^{e-g}	6.85 ^{f-i}	6.60 ^{g-j}	6.12 ^{kl}	5.58 ^{mn}	5.14 ^{o-r}	6.37 ^b
1B	6.47 ^{i-k}	5.94 ^{lm}	5.58 ^{mn}	5.09 ^{p-r}	4.63 ^{s-u}	4.11 ^{vw}	3.48 ^{x-z}	5.04 ^d
2	7.12 ^{d-f}	6.13 ^{kl}	5.33 ^{n-q}	4.89 ^{rs}	4.23 ^{u-w}	3.86 ^{wx}	3.28 ^{yz}	4.98 ^d
2A	8.38 ^a	8.03 ^{ab}	7.66 ^{bc}	6.89 ^{f-h}	6.43 ^{jk}	6.15 ^{kl}	5.60 ^{mn}	7.02 ^a
2B	7.42 ^{cd}	6.89 ^{f-h}	6.45 ^{i-k}	5.52 ^{no}	4.97 ^{p-s}	4.82 ^{r-t}	4.33 ^{uv}	5.77 ^c
Zaman ortalaması	7.21 ^a	6.56 ^b	6.14 ^c	5.57 ^d	5.00 ^e	4.61 ^f	4.08 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.406							



Şekil 4.16. Patateslerin Askorbik Asit Miktarları (mg / 100 g)

Çizelge 4.36. Patateslerin Ortalama Toplam Karotenoid Madde (mg / kg) İçerikleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama
	1	3	5	7	10	14	20	ortalaması
1	64.21 ^a	60.80 ^{bc}	56.90 ^{d-f}	48.04 ^{jk}	42.12 ^{mn}	34.10 ^{rs}	26.74 ^t	47.55 ^b
1A	58.51 ^{c-e}	53.75 ^{gh}	51.66 ^{hi}	49.22 ^j	44.08 ^{lm}	38.11 ^{pq}	32.76 ^s	46.87 ^{bc}
1B	46.03 ^{kl}	42.48 ^{mn}	36.61 ^q	33.29 ^s	31.94 ^s	27.02 ^t	25.26 ^t	34.66 ^e
2	62.70 ^{ab}	56.62 ^{d-f}	49.75 ^j	42.30 ^{mn}	36.54 ^q	32.73 ^s	27.37 ^t	44.00 ^d
2A	58.45 ^{c-e}	58.88 ^{cd}	56.48 ^{ef}	52.93 ^h	48.79 ^j	45.07 ^l	40.64 ^{no}	51.60 ^a
2B	55.37 ^{fg}	53.78 ^{gh}	50.07 ^{ij}	46.11 ^{kl}	45.23 ^l	39.23 ^{op}	36.00 ^{qr}	46.54 ^c
Zaman ortalaması	57.54 ^a	54.38 ^b	50.24 ^c	45.31 ^d	41.45 ^e	36.04 ^f	31.46 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman= 2.346							



Şekil 4.17. Patateslerin Toplam Karotenoid Madde İçerikleri (mg / kg)

Toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri cinsinden hammaddede 309.35 mg GAE / 100 g; MAP sebzelerde ise **1. gün** 223.79 - 283.81 mg GAE / 100 g, **3. gün** 210.67 - 264.09 mg GAE / 100 g, **5. gün** 206.71 - 247.42 mg GAE / 100 g, **7. gün** 195.75 - 232.72 mg GAE / 100 g, **10. gün** 184.36 - 230.01 mg GAE / 100 g, **14. gün** 177.38 - 218.06 mg GAE / 100 g, **20. gün** 165.36 - 212.08 mg GAE / 100 g düzeyinde saptanmıştır.

Minimal işlem görmüş patateslerin toplam fenolik madde miktarları arasında; uygulamalar ve süreler arasındaki farklılık % 1 düzeyinde önemli bulunurken; uygulama x zaman interaksiyonuna göre, antioksidan aktivitede olduğu gibi bu farklılık % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.37' de de görüldüğü gibi, depolama boyunca uygulamaların genelinde fenolik madde açısından ortalama % 23.0 oranında önemli bir azalış gerçekleşmiştir. Bu azalış 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 23.78, % 18.31, % 25.39, % 28.55, % 16.33 ve % 25.99 şeklindedir.

Tanık örneklerde ve L - sistein uygulamasından sonra paketlenen örneklerde, fenolik madde miktarındaki kayıplar yakın değerlerde gerçekleşmiş olup; sitrik asit uygulaması toplam fenolik madde miktarının korunmasında daha etkili bulunmuştur. Özellikle karışım gaz ortamında paketlenen 2A kodlu örnekte bu kayıp en düşük değerlerdedir. Bunun yanı sıra ilk günlerde fenolik madde miktarı, L - sistein uygulaması yapılan 2B kodlu örneklerde daha yüksek bulunmuş, sonraki dönemlerde sitrik asit uygulamasına göre (2A) daha hızlı kayba uğrayarak, depolama sonunda miktar olarak daha düşük değerlere ulaşmıştır.

Diğer sebzelerle benzer şekilde, genel olarak azot ve karbondioksit gaz karışımıyla paketlenen örneklerdeki fenolik madde miktarları, saf azot gazıyla paketlenen örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum karbondioksit gazının, fenolik maddelerin yıkımını sağlayan reaksiyonları engellemesiyle açıklanabilir. Ayrıca uygulamalar arasındaki fark, her bir pakete giren aynı çeşit hammaddenin hasat olgunluğunun farklılığından da kaynaklanmış olabilir.

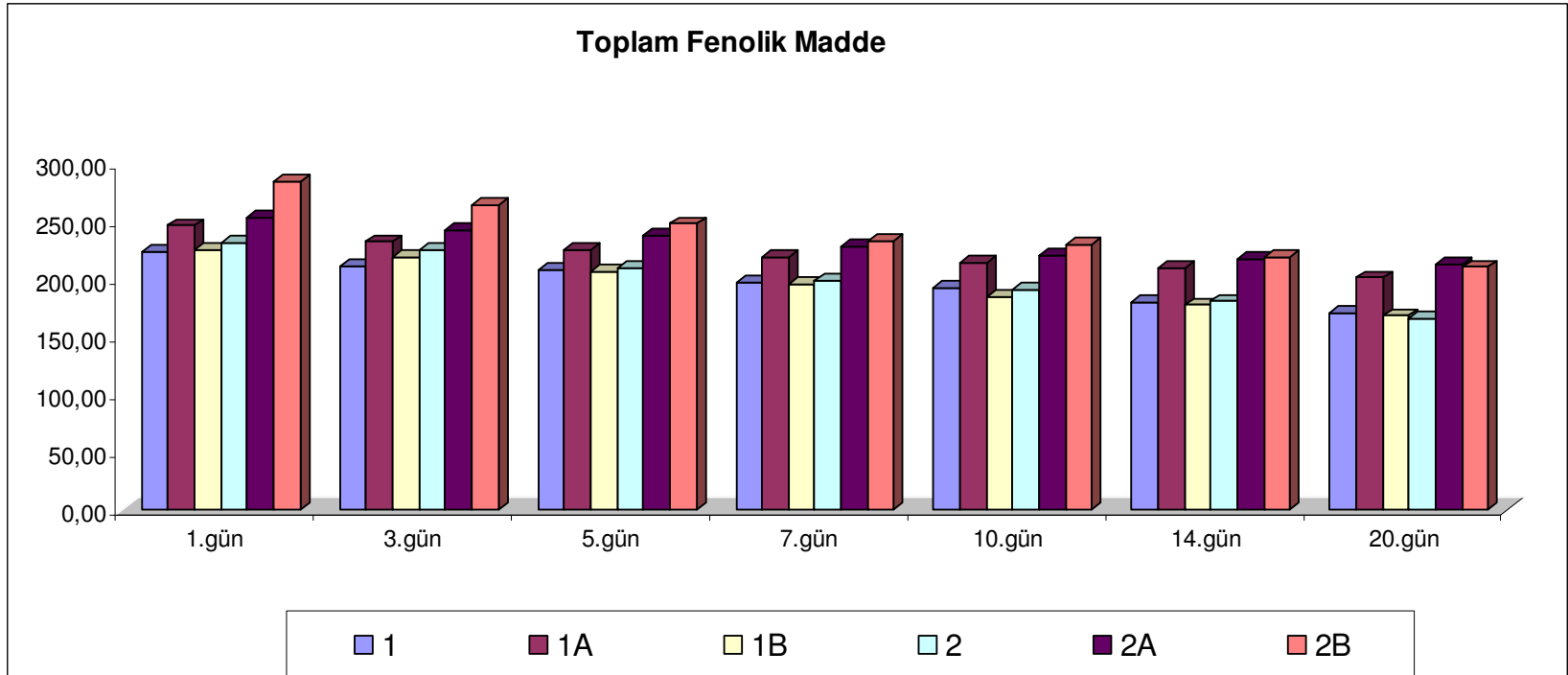
Zhou ve Yu (2006), patatesin, ıspanak, brokoli, fasulye, domates gibi bazı sebzelerden daha düşük düzeyde fenolik madde içerdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Karadeniz ve ark. (2005), piyasadan temin edilen bazı meyve (elma, ayva, üzüm, armut ve nar) ve sebzelerin (patates, soğan, taze soğan, kırmızı turp ve kırmızı lahana) antioksidan aktivite oranlarını belirlemiş ve toplam fenolik maddelerin meyve ve sebzelerin antioksidan aktivitelerine önemli katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Patateslerde toplam fenolik madde miktarı kırmızı lahana, kırmızı turp ve taze soğana kıyasla daha düşük bulunmuş ve 553 mg kateşin / kg düzeyinde saptanmıştır.

Teow ve ark. (2007), farklı patates çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarını klorojenik asit eşdeğeri cinsinden ve taze ağırlık üzerinden 0.14 - 0.51 mg / g olarak saptamıştır. Aynı çalışmada, Tudela ve ark. (2002)'nin yaptığı çalışmayla da ilişkili olarak, beyaz et rengine sahip patateslerin en düşük fenolik madde içeriğine sahip oldukları bildirilmiştir.

Reyes ve ark. (2007), kesme - dilimleme işlemleri sonrası, patatesteki fenolik madde miktarının % 15 oranında azaldığını ortaya koymuştur. Kayıp oranı, patateslerin kısa süreli (15 °C' de 2 gün) depolanmasından hemen sonra saptandığı için, elde edilen sonuç, bu çalışmadaki genel kayıp ortalamasından daha düşüktür.

Çizelge 4.37. Patateslerin Ortalama Toplam Fenolik Madde (mg GAE / 100 g) İçerikleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	223.79 ^{g-j}	210.67 ^{k-n}	207.97 ^{l-p}	196.97 ^{p-r}	192.10 ^{rs}	179.65 ^{uv}	170.58 ^{v-x}	197.39 ^d
1A	245.83 ^{cd}	231.81 ^{e-g}	224.96 ^{g-i}	218.64 ^{i-l}	213.71 ^{j-m}	209.01 ^{l-o}	200.82 ^{n-r}	220.68 ^c
1B	225.10 ^{g-i}	218.44 ^{i-l}	206.71 ^{m-q}	195.75 ^{qr}	184.36 ^{s-u}	177.38 ^{u-w}	167.94 ^{wx}	196.53 ^d
2	231.44 ^{e-g}	224.38 ^{g-j}	209.78 ^{k-n}	198.50 ^{o-r}	190.88 ^{r-t}	180.45 ^{t-v}	165.36 ^x	200.11 ^d
2A	253.47 ^{bc}	241.80 ^{de}	237.16 ^{d-f}	228.00 ^{f-i}	220.05 ^{h-k}	217.50 ^{i-m}	212.08 ^{k-m}	230.01 ^b
2B	283.81 ^a	264.09 ^b	247.42 ^{cd}	232.72 ^{e-g}	230.01 ^{f-h}	218.06 ^{i-l}	210.06 ^{k-n}	240.88 ^a
Zaman ortalaması	243.91 ^a	231.87 ^b	222.32 ^c	211.76	205.18 ^e	197.01 ^f	187.81 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman= 10.986							



Şekil 4.18. Patateslerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri (mg GAE / 100 g)

Patateste antioksidan aktivite oranı, kurumadde üzerinden ekstrakttaki miktarı 6 mg / mL' ye seyreltilen hammaddede % 34.38 oranında, minimal işlenerek modifiye atmosferde paketlenen sebzelerde ise **1. gün** % 20.28 - 25.04, **3. gün** % 19.43 - 24.33, **5. gün** % 17.36 - 22.76, **7. gün** % 16.18 - 22.05, **10. gün** % 15.11 - 20.83, **14. gün** % 14.25 - 19.71, **20. gün** % 13.38 - 19.18 arasında saptanmıştır (Çizelge 4.38).

Minimal işlem görmüş patateslerin antioksidan aktivite oranları arasındaki farklılıklar; uygulamalar ve süreler bakımından % 1 düzeyinde; uygulama x zaman interaksiyonuna göre ise % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Her analiz periyodunda belirlenen antioksidan aktivite oranları, süre bakımından incelendiğinde, 20. günün sonunda, aktivitenin, başlangıç miktarına göre % 26.53 oranında azaldığı görülmektedir. Bu azalış 1, 1A, 1B, 2, 2A ve 2B kodlu örneklerde sırasıyla % 34.02, % 23.55, % 31.38, % 30.72, % 16.61 ve % 24.40 olarak gerçekleşmiş ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Tanık örneklerde, antioksidan aktivitede daha fazla düşüş yaşanmış, genel olarak karışım gaz uygulaması yapılan 2A ve 2B kodlu örneklerde antioksidan aktivite daha yüksek bulunmuştur. En az kayıp ise sitrik asit uygulamasından sonra, azot ve karbondioksitten oluşan gaz karışımıyla paketlenen 2A kodlu patateslerde (ortalama % 16.61) gözlenmiştir.

Şekil 4.19' da da görüldüğü gibi, 2A kodlu örneklere göre başlangıçta daha yüksek aktiviteye sahip olan 2B kodlu örneklerde, antioksidan aktivite oranı, depolama boyunca hızla kayba uğrayarak, 20. günün sonunda daha düşük seviyeye inmiştir. Benzer durum 1A ve 1B kodlu örnekler için de geçerlidir. Elde edilen bu sonuç, sitrik asit uygulamasından sonra paketlenen örneklerde, antioksidan aktivitenin daha iyi korunduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca bu değişimde materyal olarak kullanılan hammaddenin bileşim farklılığı da rol oynamış olabilir.

Teow ve ark. (2007), beyaz ve açık sarı et rengine sahip patateslerin, koyu renkli olanlara göre, daha düşük miktarda fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduklarını bildirmiştir. Bu nitelikteki patateslerde

antioksidan aktivite değeri, Trolox eşitliği cinsinden ve taze ağırlık üzerinden 2.72 - 3.33 $\mu\text{mol} / \text{g}$ olarak bulunmuştur. Konuyla ilgili olarak, Zhou ve Yu (2006), araştırmada kullandıkları ıspanak, brokoli, fasulye, domates gibi sebzeler içinde en dūřuk antioksidan aktiviteye patatesin sahip olduğunu belirtip, bu değerin Trolox eşitliği cinsinden ortalama 2.3 $\mu\text{mol TE} / \text{g}$, DPPH inhibisyon yūzdesi cinsinden (ekstrakttaki miktarı 4 mg / mL' ye seyreltilen patatesten) % 13 - 38 arasında değiştiğini belirtmiştir. Sonuçlar araştırıcının saptadığı verilerle uyum içerisinde-dir.

Karadeniz ve ark. (2005), piyasadan temin edilen patateslerdeki antioksidan aktivite oranını % 14.2 dūzeyinde saptamıř ve toplam fenolik maddelerin, antioksidan aktivite üzerine önemli katkıda bulunduęunu bildirmiřtir.

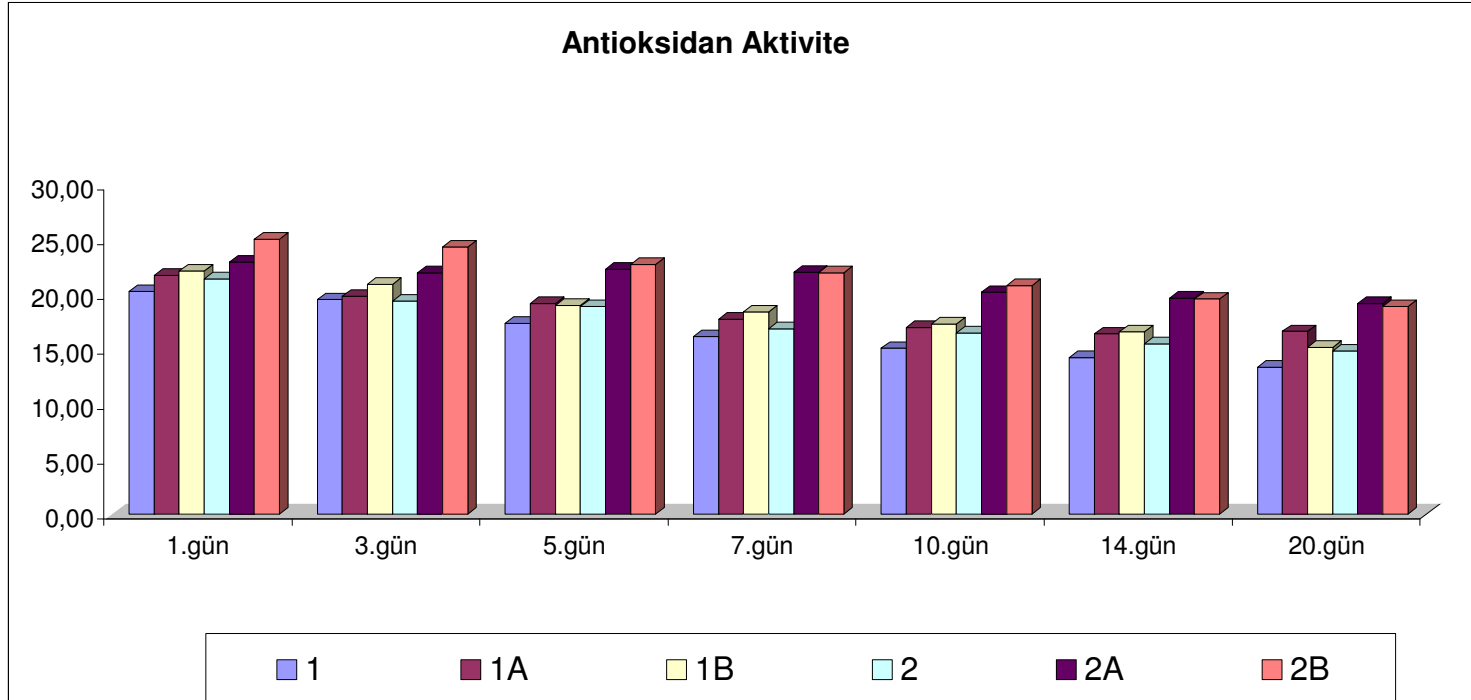
Reyes ve ark. (2007), bütūn haldeki patateslerde antioksidan aktivite değerini 682 $\mu\text{g TE} / \text{mg}$ klorojenik asit olarak saptamış; dilimlenen patateslerde ise bu miktarın % 43 oranında azaldığını açıklamıştır.

Taze tūketimde yaygın kullanımı olan ve açık sarı et rengine sahip "Agría" eřidi patateslerin antioksidan aktivite deęeri, içerdięi fenolik madde konsantrasyonunun dūřuk olmasına baęlı olarak birçok sebze-yeye kıyasla daha az seviyededir (Tudela ve ark. 2002).

Dięer sebzelerle benzer olarak, çalışmalarda kullanılan patateslerin çeşit, yetiştirilme koşulları, toprak yapısı ile analiz yūntem farklılıkları, araştırma sonuçlarına da yansımış olabilir.

Çizelge 4.38. Patateslerin Ortalama Antioksidan Aktivite (%) Oranları

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	20.28 ^{g-j}	19.56 ^{j-m}	17.36 ^{o-q}	16.18 ^{q-s}	15.11 ^{s-u}	14.25 ^{uv}	13.38 ^v	16.59 ^e
1A	21.78 ^{c-f}	19.87 ^{h-l}	19.20 ^{j-m}	17.79 ^{n-p}	17.02 ^{pq}	16.42 ^{qr}	16.65 ^{p-r}	18.39 ^c
1B	22.15 ^{b-d}	20.93 ^{e-h}	19.01 ^{k-m}	18.42 ^{m-o}	17.32 ^{o-q}	16.61 ^{p-r}	15.20 ^{s-u}	18.52 ^c
2	21.45 ^{d-g}	19.43 ^{j-m}	18.90 ^{l-n}	16.90 ^{pq}	16.51 ^{qr}	15.54 ^{r-t}	14.86 ^{tu}	17.65 ^d
2A	23.00 ^b	22.00 ^{b-f}	22.31 ^{b-d}	22.05 ^{b-e}	20.21 ^{h-k}	19.71 ^{i-l}	19.18 ^{j-m}	21.21 ^b
2B	25.04 ^a	24.33 ^a	22.76 ^{bc}	22.01 ^{b-f}	20.83 ^{f-i}	19.61 ^{j-m}	18.93 ^{l-n}	21.93 ^a
Zaman ortalaması	22.28 ^a	21.02 ^b	19.93 ^c	18.89 ^d	17.83 ^e	17.02 ^f	16.37 ^g	
LSD % 5	uygulama x zaman = 1.209							



Şekil 4.19. Patateslerin Antioksidan Aktivite Oranları (%)

Hammadde olarak kullanılan patateslerde ortalama polifenoloksidaz enzim aktivitesi kurumadde üzerinden 3199.36 Unite / g bulunmuştur. Minimal işlem görmüş patateslerde ise bu değer **1. gün** 2206.67 - 5073.62 U / g, **3. gün** 2388.59 - 6759.14 U / g, **5. gün** 2496.51 - 6931.03 U / g, **7. gün** 2209.40 - 6403.03 U / g, **10. gün** 2215.79 - 5287.16 U / g, **14. gün** 1206.66 - 4591.00 U / g, **20. gün** 549.86 - 5890.11 U / g arasında saptanmıştır (Çizelge 4.39).

Minimal işlem görmüş patateslerin polifenoloksidaz enzim aktivitesinde, farklı uygulamalar sonrası depolama boyunca görülen değişimler, uygulama, zaman ve uygulama x zaman interaksyonu bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Genel olarak ilk günlerde hızla artan enzim aktivitesi, depolamanın ortalarına doğru azalışa geçmiş ve sonlarında tekrar hafif bir artış göstermiştir (1, 1A, 2 ve 2A kodlu örneklerde). L - sistein çözeltisiyle muamele edilen 1B ve 2B kodlu örneklerde ise depolama sonlarına doğru enzim aktivitesinin gittikçe azaldığı görülmektedir.

Şekil 4.20' de görüldüğü gibi, 1 ve 2 kodlu tanık örnekler için ortalama enzim aktivite değerleri, diğerlerine göre yüksek iken; L - sistein çözeltisiyle muamele edilen 1B ve 2B kodlu örnekler en düşük aktiviteye sahiptir. Bu örneklerde polifenoloksidaz enziminin düşük aktivite göstermesi, duyu analizi sonuçlarına da yansımış ve söz konusu örnekler renk parametresi bakımından panelistlerce daha çok beğenilmiştir. Tanık örnekler ise red edilmiştir (Çizelge 4.41).

Yağar (2004), farklı substratlara karşı polifenoloksidaz enziminin aktivitesini araştırdığı çalışmada, L - sisteinin en etkin inhibitör olduğunu bildirmiş ve kateşol substratına karşı aktivite miktarını protein değeri üzerinden 290 U / mL bulmuştur.

Duangmal ve Apenten (1999) ile Molnar - Perl ve Friedman (1990), patateste bulunan polifenoloksidaz enzimini inhibe etmede sodyum metabisülfidin, askorbik asit, sitrik asit, tuz ve EDTA' ya göre daha etkin olduğunu ve inhibitörlerin enzimin yapısına direkt etkide bulunduğunu ortaya koymuştur. Tanık örnekler dışındaki dört örnekte (1A, 1B, 2A, 2B), ön

işlemler aşamasında uygulanan Na - metabisülfidin (1500 ppm), enzimi inhibe etmede diğer kimyasallara destek olduğu ve aktiviteyi daha da düşürdüğü Çizelge 4.39' da görülmektedir.

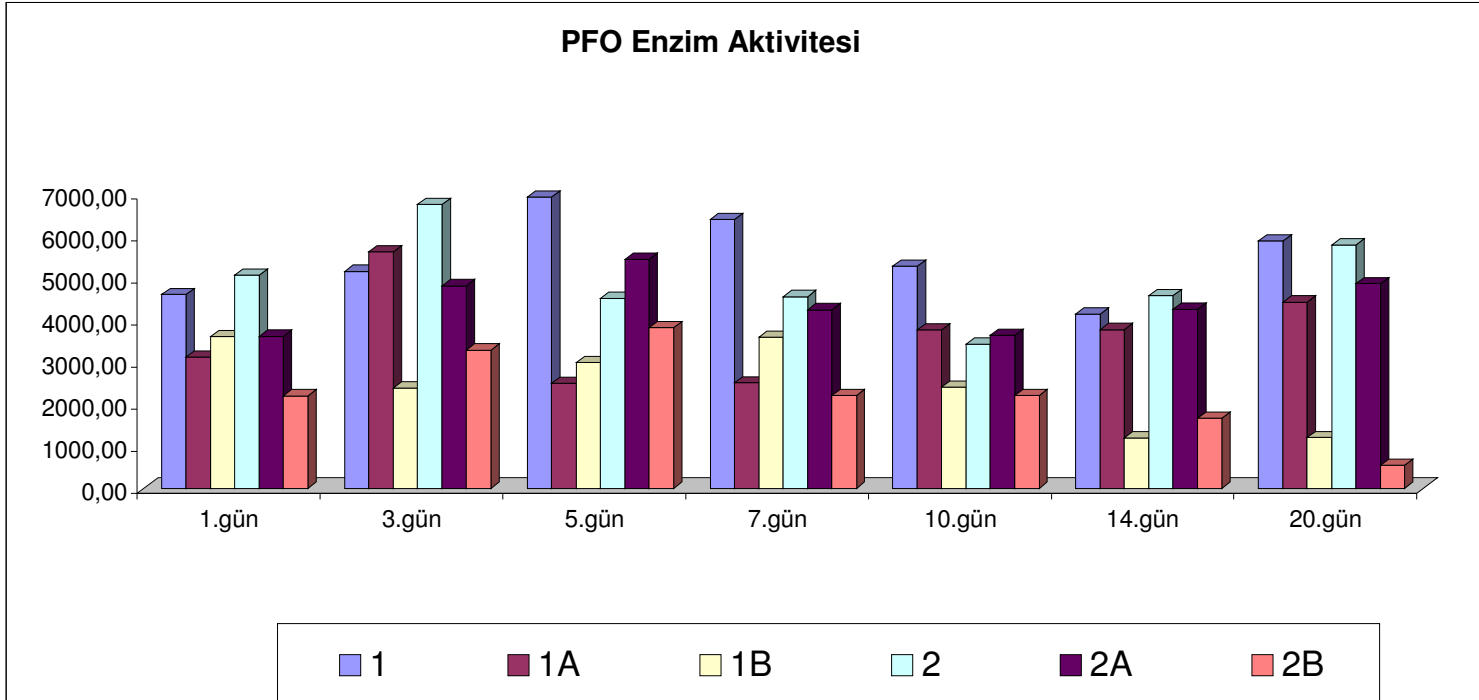
Güneş ve Lee (1997), patateslere yönelik yaptıkları çalışmada, % 2 L - sistein ve % 0.5 sitrik asit karışımından oluşan çözeltinin, minimal işlenmiş sebzelerde, en etkin inhibisyon etkiyi yaptığını belirtmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan çözeltilerin etkinliği, L - sistein uygulanan örneklerin sonuçlarıyla doğrulanmıştır.

Lee ve ark. (2002a), bazı inhibitörlerin, patateslerde bulunan polifenoloksidaz aktivitesini önlemedeki rolünü araştırmıştır. Hiçbir uygulama yapılmayan örneklerde söz konusu enzimin aktivitesi % 100 kabul edilmiş, askorbik asit uygulamasında bu oran % 56.7' ye, sitrik asit uygulamasında % 80.4' e, sodyum piro sülfat uygulamasında % 0.3' e, potasyum sorbat uygulamasında ise % 76.8' e düşmüştür. L - sistein kadar etkili olmasa da, sitrik asit çözeltisi de minimal işlem görmüş sebzelerin esmerleşmesini geciktirmiştir.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak; sitrik aside göre, L - sistein inhibitörünün; saf azot gazına göre, azot ve karbondioksit karışımından oluşan ortam atmosferinin, söz konusu enzimin aktivitesini önlemede daha etkili olduğu söylenebilir. Uygulanan kimyasalların, enzim aktivitesini önlemede, modifiye atmosfere sağladığı destek, tanık örneklerdeki yüksek aktivite ile doğrulanmıştır.

Çizelge 4.39. Patateslerin Ortalama Polifenoloksidaz Enzim Aktivite (U / g) Değerleri

Uygulama	Zaman (gün)							Uygulama ortalaması
	1	3	5	7	10	14	20	
1	4614.72 ^m	5167.10 ^l	6931.03 ^a	6403.03 ^c	5287.16 ^h	4150.44 ^t	5890.11 ^d	5491.94 ^a
1A	3126.46 [^]	5632.88 ^f	2496.51 ^A	2509.36 [']	3769.34 ^w	3779.97 ^v	4439.19 ^q	3679.10 ^d
1B	3613.48 ^z	2388.59 ^C	3000.45 [˘]	3602.15 ^l	2412.24 ^B	1206.66 ⁱ	1207.70 ^H	2490.18 ^e
2	5073.62 ^j	6759.14 ^b	4521.30 ^p	4565.59 ^o	3438.84 [\]	4591.00 ⁿ	5793.34 ^e	4963.26 ^b
2A	3620.00 ^y	4820.14 ^l	5452.08 ^g	4250.11 ^s	3644.61 ^x	4267.52 ^r	4877.16 ^k	4418.80 ^c
2B	2206.67 ^F	3292.38 ^j	3831.70 ^u	2209.40 ^E	2215.79 ^D	1665.98 ^G	549.86 ^j	2281.68 ^f
Zaman ortalaması	3709.16 ^e	4676.71 ^a	4372.18 ^b	3923.27 ^c	3461.33 ^f	3276.93 ^g	3792.89 ^d	
LSD % 5	uygulama x zaman= 0.023							



Şekil 4.20. Patateslerin Polifenoloksidaz Enzim Aktivite (U / g) Değerleri

Modifiye atmosferde paketlenen sebzelere ait ortam gaz bileşimleri incelendiğinde; paket içi oksijen oranları **1. gün** % 1.0 - 2.4; **3. gün** % 0.5 - 2.0; **5. gün** % 0.4 - 1.5, **7. gün** % 0.2 - 1.2, **10. gün** % 0.3 - 1.0; **14. gün** % 0 - 0.7; **20. gün** % 0 - 0.5 aralığında saptanmıştır. Karbondioksit oranları ise **1. gün** % 5.0 - 12.3; **3. gün** % 5.9 - 12.9; **5. gün** % 7.1 - 13.8; **7. gün** % 8.1 - 13.8; **10. gün** % 10.2 - 14.3; **14. gün** % 10.4 - 14.8; **20. gün** % 12.2 - 16.3 aralığında bulunmuştur.

Çizelge 2.7' de de görüldüğü gibi, Day (1993) ve Robertson (1993), patatesi orta derecede solunum hızına sahip sebzeler grubuna dahil etmiştir. Özellikle azot gazıyla birlikte karbondioksit gazının da kullanıldığı paketlerde, oksijen oranı başlangıçta daha yüksek bulunmuş; solunumun baskılanmasıyla birlikte depolama boyunca O₂ tüketimi daha yavaş gerçekleşmiştir. Buna paralel olarak ortam karbondioksit konsantrasyonu da daha yavaş yükselmiştir. Özellikle 2B kodlu örnekte bahsedilen durum daha belirgindir. Dolayısıyla sonuçlardan yola çıkılarak, karbondioksit gazıyla birlikte L - sistein uygulamasının, sebzelerin solunumunu yavaşlatmada kullanılabilecek en etkin kombinasyon olduğunu söylemek mümkündür.

Azot gazıyla paketlenen örnekler arasında, L - sistein uygulaması yapılan 1B kodlu örnekte, oksijen yavaş azalarak, depolama sonunda oransal olarak en yüksek düzeyde kalmış; aynı şekilde karbondioksit artışı da yavaş gerçekleşerek, en düşük düzeye ulaşmıştır.

1kodlu tanık örnekte, hem solunumu yavaşlatıcı nitelikteki karbondioksit gazının bulunmaması, hem de ön işlemler aşamasında aynı amaçla kullanılan kimyasalların uygulanmaması nedeniyle, ortamdaki oksijen, hızlı solunum sonucu depolamanın 14. gününde tükenmiştir. Çizelge 4.40' da görüldüğü gibi, toplam bakteri ve toplam koliform sayısının da bu dönemlerde artış göstermesi, ortamda anaerob solunumun başlamış olabileceğini ortaya koymaktadır. Duyusal anlamda tüketilebilirliğini sürdüren sebzelerde, mikrobiyolojik kalitenin ikinci haftadan itibaren korunamadığını söylemek mümkündür.

Hammaddede toplam bakteri sayısı 1.9×10^2 kob / g, toplam koliform sayısı ise <3 EMS / g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.40' dan da görüldüğü gibi, tanık örneklerin 1. gününde toplam bakteri sayısının, hammaddeden fazla bulunması, klorla muamele edilmeyen bu örneklerde mevcut mikroorganizmaların gelişmelerine ilaveten çapraz kontaminasyonun olabileceği şeklinde açıklanabilir. Diğer tüm örneklerde, toplam bakteri sayısı, hammaddede bulunan toplam bakteri sayısından düşük bulunmuştur. Bu sonuç, modifiye atmosferde paketlenen sebzelere, ön işlemler aşamasında uygulanan klorlama işleminin, mikrobiyal yük üzerindeki etkinliğini ortaya koymuştur.

Tanık örnekler dışındaki, 1A, 1B, 2A ve 2B kodlu örneklerde 14. günden itibaren koliform bakteri sayısı artış göstermiştir. Karbondioksit gazının da bulunduğu atmosfer ortamı, mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etkide bulunarak, ürünün daha uzun süreli korunmasını sağlamıştır. Özellikle 2A ve 2B kodlu örnekler, duyusal kalitelerinin yanı sıra, mikrobiyolojik açıdan da iki hafta süreyle kalitelerini korumuştur.

Curlee (1997), minimal işlenmiş meyve ve sebzelerde, toplam aerob mikroorganizma sayısı $10^7 - 10^9$ kob / g' a ulaştığında, bu ürünler için raf ömrünün tamamlandığını bildirmiştir. Aynı çalışmada 10^8 kob / g' in üzerinde mikroorganizmaya sahip ürünün, fiziksel hasar ve fizyolojik stresle birlikte, yumuşama, kötü koku oluşumu gibi olumsuzluklar sonucu, istenmeyen ve tüketilemeyen bir hal aldığı da belirtilmiştir.

4.3.1. Minimal İşlem Görmüş Patateslere Ait Duyusal Analiz Sonuçları ve Değerlendirme

Patates örneklerinin duyusal analizinde, bir çoklu kıyaslama testi örneği olan "sıralama testi" uygulanmıştır (Altuğ 1993).

Panelistlerden paketlenmiş sebzeleri; renk, koku, görünüş ve sertlik özelliklerine göre en çok beğenilenden, en az beğenilene doğru sıralandırmaları istenmiştir.

Örneklerin yapılan sıralama testi sonuçları Çizelge 4.41, 4.42, 4.43 ve 4.44' de görülmektedir. Minimal işlem görmüş patates örneklerinin sıralama toplamları, istatistiksel olarak 6 işlemle (6 örnek), 6 tekrara (6 panelist) karşılık verilen üst değerlere (11 - 31) göre % 5 önem düzeyinde yöntemde belirtildiği şekliyle değerlendirilmiştir (Kramer ve Twigg 1983).

Çizelge 4.41' de görüldüğü gibi, minimal işlem görmüş patates örneklerinde renk kriteri dikkate alınarak yapılan sıralama testi sonucunda, 1 kodlu tanık örneğin sıralama toplamları tüm analiz dönemlerinde, istatistiksel olarak 6 işlemle, 6 tekrara karşılık verilen üst değerlerin (11 - 31) üzerinde (36) olduğu için, panelistlerce % 95 olasılıkla red edilmiştir. L - sistein uygulaması yapılan 1B ve 2B kodlu örnekler ise, genellikle verilen limitlerin altında puan alarak panelistler tarafından % 95 olasılıkla en çok tercih edilen örnekler olmuştur. Çizelge 4.38' de de görüldüğü gibi bu örneklerin L (parlaklık) değerleri, daha yüksek bulunmuştur, yani renkleri beyaza daha yakındır. Diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak fark bulunamamıştır.

Tanık örnekler tercih sıralamasında hep en fazla puanları alarak, panelistlerce renk açısından beğenilmemiştir. Bu durum ön işlemler aşamasında, klorlamadan sonra uygulanan sitrik asit ve L - sistein kimyasallarının, esmerleşmeye neden olan enzimin aktivitesini azaltarak, ürünün renginin korunmasında modifiye atmosfere destek olduğunu ortaya koymaktadır.

Genel olarak L - sistein uygulanan örneklerde, depolama periyodu boyunca renk stabilitesi korunmuş ve panelistlerce bu örnekler renk

açısından daha çok beğenilmiştir. Ayrıca kullanılan hammaddenin işleme öncesi rengi de sonuçları etkilemiştir.

Çizelge 4.41. Patateslere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Renk)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	36	23	8	30	19	10
3. gün	36	24	11	30	18	7
5. gün	36	24	9	30	18	9
7. gün	36	25	12	29	15	9
10. gün	36	26	11	28	28	7
14. gün	36	25	16	29	14	6
20. gün	36	24	8	30	18	10

Çizelge 4.42' de görüldüğü gibi, genel olarak L - sistein uygulanan örnekler (1B ve 2B), koku bakımından üst limitin (31) üzerinde puan alarak, sıralama testinde panelistler tarafından % 95 olasılıkla red edilmiştir. Kükürtlü bir bileşik olan L - sistein' in, sebzelerde bıraktığı yabancı koku bu sonuca neden olmuş olabilir.

14. günden itibaren 1 kodlu tanık örneğin, üst limitin üzerinde puan alması; artan mikroorganizma sayısı ile birlikte, sebzenin yapısında başlayan bozulma sonucu açığa çıkan kötü kokulu bileşenlerin etkin şekilde hissedilmesi şeklinde açıklanabilir.

Depolamanın ikinci haftasından itibaren, minimal işlem görmüş patateslerin kokuları birbirine yakın olduğu için, aradaki farklılık tam hissedilememiştir. Bu dönemde sitrik asit uygulamasından sonra karışım gaz ortamında paketlenen sebzeler (2A), koku bakımından % 95 olasılıkla tercih edilmiştir.

Çizelge 4.42. Patateslere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Koku)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	13	18	35	12	21	27
3. gün	12	21	30	14	16	33
5. gün	19	13	30	23	20	21
7. gün	29	20	32	10	12	23
10. gün	27	16	31	14	12	26
14. gün	36	16	22	22	7	23
20. gün	32	24	24	14	8	27

Görünüş açısından örnekler parlaklığa, yüzeyde kabuklanma olup olmamasına ve ambalajların bombaj durumuna göre değerlendirilmiştir. Çizelge 4.43' de görüldüğü gibi, ön işlemler aşamasında hiçbir kimyasal uygulaması yapılmadan modifiye atmosferde paketlenen 1 ve 2 kodlu tanık örnekler, hızla esmerleştiği, yüzeyinde kabuk oluştuğu ve kısa sürede ambalajlarda bombaj oluştuğu için, panelistler tarafından depolama boyunca % 95 olasılıkla red edilmiştir. Bu örneklerde L parlaklık değerleri de daha düşük saptanmıştır (Çizelge 4.38).

L değerleri de yüksek bulunan 1B ve 2B kodlu örnekler, genel olarak 6 işlemlerle 6 tekrara karşılık verilen üst limitin altında puan alarak, en beğenilen örnekler olmuştur. Ağırlık kaybının da düşük bulunduğu bu örneklerde, solunumun diğerlerine göre daha yavaş gerçekleşmesi ve toplam aerob mikroorganizma sayısının daha yavaş artması nedenlerinden dolayı, depolama boyunca bombaj oluşumu görülmemiştir. Sitrik asit uygulaması yapılan 1A ve 2A kodlu örneklerde ise istatistiksel bir fark saptanamamıştır.

Çizelge 4.43. Patateslere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Görünüş)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	35	21	13	31	17	9
3. gün	31	19	13	34	22	7
5. gün	36	21	8	29	18	14
7. gün	27	23	11	34	21	10
10. gün	27	22	24	33	12	8
14. gün	28	23	7	35	20	13
20. gün	35	22	16	31	13	9

Çizelge 4.44' de görüldüğü gibi minimal işlem görmüş patatesler, örnekler arasındaki farklılıkların çok düşük olması nedeniyle, sertlik açısından istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir.

Yalnızca 1 kodlu tanık örnek 10. ve 20. günlerde, 6 işlemle, 6 tekrara karşılık verilen üst limitin (11 - 31) üzerinde puan alarak (33 - 36), % 95 düzeyinde red edilmiştir. Söz konusu örnekte, mikrobiyolojik faaliyetlerin de depolama periyodunun sonuna doğru artması, tekstürel bozulmaları beraberinde getirmiş ve yumuşamaya neden olmuş olabilir.

Çizelge 4.44. Patateslere Ait Duyusal Analiz Sonuçları (Sertlik)

Uygulama Zaman	Sıralama Toplamları					
	1	1A	1B	2	2A	2B
1. gün	22	25	26	17	20	16
3. gün	26	19	21	25	19	16
5. gün	21	19	23	25	25	13
7. gün	21	14	27	29	22	13
10. gün	33	15	19	30	17	12
14. gün	31	14	24	24	9	24
20. gün	36	14	20	26	12	18

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada balkabağı, kereviz ve patates minimal yöntemle işlenerek, modifiye atmosfer ortamında paketlenip muhafazaya alınmıştır. Buzdolabı koşullarında depolanan ürünlere ait kalite parametreleri, raf ömrü boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, fizikokimyasal analizler ve duyuusal yöntemlerle takip edilmiş ve ön işlemler ile paketlenme aşamalarında yapılan uygulamaların, ürünlerin kalitesi, raf ömrü ve besleyici değeri üzerine etkileri saptanmıştır. Amaç; farklı kimyasal ve modifiye atmosfer uygulamalarının, üründe meydana getirdiği değişimleri saptamak ve en uygun işleme koşullarını belirlemektir.

Balkabağı, kereviz ve patatese, tüketim öncesi uygulanan ön işlemlerin zahmetli olması, bu sebzelerin özellikle çalışan kesim için tüketimini sınırlandırmaktadır. Bu çalışma ile, insan sağlığı ve beslenme açısından önem taşıyan fenolik maddeler, vitaminler ve mineraller bakımından zengin olan bu sebzelerin, tüketim olanaklarının artırılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada özetle, ön işlemler aşamasında klorlanan, Na - metabisülfite uygulanıp su ile durulanan ve ardından sitrik asit ile L - sistein çözeltileri uygulanarak, polipropilen bazlı ambalaj içerisinde, iki farklı atmosfer koşuluna sahip ortamda muhafazanın, ürünler üzerindeki etkileri saptanmış ve en uygun işleme koşulları belirlenmiştir. Sonuç olarak;

a. Ön denemeler sonrasında, sitrik asit ve L - sistein çözeltilerinin, esmerleşmeyi önlemede (patates ve kerevizde) daha etkili olduğu saptanmıştır.

b. Sebzelerin solunum hızlarına göre ortak kullanılacak en uygun ambalajın PP (polipropilen) tabakla birlikte, BOPP (biaxially oriented polypropylene - çift yönlü gerdirilmiş polipropilen) film olduğuna karar verilmiştir.

c. Depolama boyunca minimal işlem görmüş sebzelerin önemli besin öğelerinden askorbik asit, toplam fenolik madde, karotenoid madde içeriklerinde azalmalar görülmüş; bu azalış ön işlemler aşamasında hiçbir kimyasal muamele görmeden paketlenen tanık örneklerde daha yüksek düzeylerde gerçekleşmiştir.

d. Özellikle patates ve kerevizde önemli bir problem olan esmerleşme, uygulanan kimyasallar sayesinde ortalama iki haftaya kadar önlenebilmiştir.

e. Sebzelerde metabolik faaliyet devam ettiğinden, depolama boyunca solunumla birlikte bir miktar ağırlık kaybı meydana gelmiş, bu kayıp azot atmosferinde paketlenen örneklerde, karbondioksit ve azot karışımıyla paketlenenlere göre daha yüksek olmuştur.

f. Ayrıca L - sistein uygulaması yapılan örneklerde ağırlık kaybının daha düşük düzeylerde gerçekleşmesi, bu maddenin sitrik aside göre solunumu yani fizyolojik faaliyetleri daha da yavaşlattığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla L – sistein muamelesi ile karbondioksit yönünden zenginleştirilen ortam atmosferinin, ürün üzerinde olumlu etkilerde bulunarak, kaliteyi arttırdığı söylenebilir.

g. Mikrobiyolojik yönden değerlendirildiğinde, tanık örneklerde kısa süre sonra toplam bakteri sayısında artış görülmüş; koliform bakteri sayısının da ortalama 8. günden itibaren yükselmesiyle, bu ürünler tüketilebilme niteliğini kaybetmiştir. Sitrik asit uygulaması ise, ortalama iki hafta boyunca, ürünleri mikrobiyolojik yönden güvence altına almıştır.

h. Duyusal olarak; L - sistein uygulaması yapılan sebzeler, koku parametresi bakımından % 95 olasılıkla tüm panelistler tarafından red edilmiş; ancak aynı uygulama özellikle kereviz ve patatesten esmerleşmeyi yavaşlatarak, renk ve görünüş parametreleri bakımından örneklerin tercih edilmesini sağlamıştır. Sertlik açısından, örnekler arasındaki farklılıkların duyusal olarak hissedilemeyecek kadar az olması, panelistler tarafından etkin bir değerlendirme yapılamamasına neden olmuştur.

i. Proje kapsamı dışında, duyusal olarak örnekler arasındaki farkı kıyaslamak amacıyla sebzeler, aynı ambalaj materyali kullanılarak, kimyasal uygulaması yapılmadan ve modifiye atmosfer şartları sağlanmadan, hava

atmosferinde paketlenmiş ve buzdolabı koşullarında depolanmıştır. Bu uygulama sadece uygun ambalajda soğutarak muhafaza etmenin, deneme desenini ne derece etkilediğini görmek için planlanmıştır. Ancak, söz konusu ürünler 3 - 4 gün içinde tüm duyuşal özelliklerini ve dolayısıyla tüketilebilirliğini kaybetmiştir. Bu nedenle söz konusu uygulama deneme desenine alınmamıştır.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi sonrasında, konuyla ilgili yapılacak farklı çalışmalara yol göstermesi açısından;

j. Bileşiminde bulunan kükürt nedeniyle ürünlerde yabancı bir kokuya neden olan L – sistein' in konsantrasyonunda, duyuşal kaliteyi korumak amacıyla optimizasyona gidilmesi,

k. Solunum hızı, uygulanan ön işlemlerin yanı sıra kullanılan hammaddenin özelliklerine göre de değişim göstermektedir. Bu nedenle farklı sebzeler kullanılarak yapılan araştırmalarda, solunum hızındaki değişimlere bağılı olarak, her bir sebze için uygun ambalaj üst filminin kullanılması,

l. Farklı sebzeler kullanılarak yürütülen çalışmalarda, her bir sebze için özgü modifiye atmosfer koşullarının oluşturulması; farklı vakum ve gaz kombinasyonlarına gidilerek, ortam atmosfer farklılığının ürün üzerinde oluşturduğu değişimlerin gözlenmesi,

m. Minimal işlem görmüş sebze üretiminde, aynı boyutlardaki ve olgunluktaki hammaddenin kullanılması ve ön işlemler aşamasında sebzeler için ön soğutma yapılması,

n. Sebzelerin ön işlemler aşamasında yenilebilir filmle kaplandıktan sonra modifiye atmosfer koşullarında muhafazaya alınması ve kalitede meydana gelen değişimlerinin incelenmesi **önerilebilir**.

KAYNAKLAR

- ABDULLAH, M.Z., J. MOHAMAD-SALEH, A.S. FATHINUL-SYAHIR, B.M.N. MOHD-AZEMI, 2006. Discrimination and classification of fresh - cut starfruits (*Averrhoa carambola* L.) using automated machine vision system. Journal of Food Engineering, 76, 506 - 523.
- AHVENAINEN, R., 2000. Ready-to-use fruit and vegetables. Flair-Flow Europe Technical Manual 376A/00, May 2000. 5 -33.
- ALTUĞ, T., 1993. Duyusal test teknikleri. E.Ü. Mühendislik Fak. Ders Kitapları Yayın No: 28, İzmir. 56 s.
- AMANATIDOU, A., R.A. SLUMP, L.G.M. GORRIS, E.J. SMID, 2000. High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf-life extension of minimally processed carrots. Journal of Food Science, 65 (1), 61 - 66.
- ANONİM, 1991. The composition of foods.5th Edition. Royal Society of Chemistry, 264 - 267.
- ANONİM, 2005a. FAO database yearbook. Production of fruits and vegetables and share in world.
http://www.fao.org/es/ess/yearbook/vol_1_1/pdf/b03.pdf
- ANONİM, 2005b. JMP (Six Sigma) JMP statistical software, Version 6. SAS Institute, Cary, NC 27513, USA.
- ANONİM, 2006a. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. TÜİK 2006 Verileri. <http://www.tuik.gov.tr>

ANONİM, 2006b. USDA national nutrient database for standard reference, release 20 (2007).

http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

ANONİM, 2007. A fresh approach to modified atmosphere packaging. Air Products Freshline Guide, 87 p.

ANONİM, 2008. Turkaş besin bileşimi cetveli.

<http://www.turkas.net/turkas.saglikli.beslenme.besin.bilesimi.asp>

ATAKENT, Y., 1974. Kırsal bölgede içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonu ile ilgili bir çalışma. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Toplum Hekimliği Bölümü Uzmanlık Tezi, Ankara.

AYDEMİR, T. ve G. AKKANLI, 2006. Partial purification and characterisation of polyphenol oxidase from celery root (*Apium graveolens* L.) and the investigation of the effects on the enzyme activity of some inhibitors. International Journal of Food Science and Technology, 41, 1090 - 1098.

AZEVEDO-MELEIRO, C.H. and D.B. RODRIGUEZ-AMAYA, 2007. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 4027 - 4033.

BABIC, I., M. J. AMIOT, C. NGUYEN-THE, S. AUBERT, 1993. Changes in phenolic content in fresh ready-to-use shredded carrots during storage. Journal of Food Science, 58(2), 351 - 356.

BAKKER, J., P. PRIDLE, C.F. TIMBERLAKE, 1986. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of portwine colour. Vitis, 25: 67 -78.

- BALDWIN, E.A., M.O. NISPEROS-CARRIEDO, R.A. BAKER, 1995. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *Horticulture Science*, 30 (1), 35 - 38.
- BALDWIN, E.A., M.O. NISPEROS, X. CHEN, R.D. HAGENMAIER, 1996. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 9(2): 151 - 163.
- BATU, A. and A.K. THOMPSON, 1998. Effects of modified atmosphere packaging on post harvest qualities of pink tomatoes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 365 - 372.
- BAUR, S., R.G. KLAIBER, A. KOBLO, R. CARLE, 2004. Effect of different washing procedures on phenolic metabolism of shredded, packaged iceberg lettuce during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (52), 7017 - 7025.
- BAYSAL, A., 1988. Besinlerin bileşimi. Türkiye Diyetisyenler Derneği Yayınları. No.1, II. Baskı, Ankara.
- BAYSAL, A., 2002. Beslenme. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara. 520 s.
- BEAUDRY, R., 2000. Responses of horticultural commodities to low oxygen: limits to the expanded use of modified atmosphere packaging. *Horticulture Technology*, 10, 491 - 500.
- BELTRAN, D., M.V. SELMA, J.A. TUDELA, M.I. GIL, 2005. Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 37, 37 - 46.

- BEUCHAT, L.R., 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection*, 59 : 204 - 216.
- BEUCHAT, L.R., 2000. Use of sanitizers in raw fruit and vegetable processing. In: Alzamora, S.M., Tapia, M.S., Lopez-Malo, A. (Eds.). *Minimally Processed Fruits and Vegetables: Fundamental Aspects and Applications*. Gaithersburg, MD: Aspen; 2000: 63 - 78.
- BLAKISTONE, B.A., 1998. Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods. Blackie A&P, Thomson Science, London, 293 p.
- BLODGET, R.J., 2006. Most probable number from serial dilutions. FDA Bacteriological Analytical Manual Online, February 2006. Appendix 2. BAM 8 th Edition.
<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-a2.html>
- BOLIN, H. and C. HUXSOLL, 1991. Effect of preparation and storage parameters on quality retention of salad-lettuce. *Journal of Food Science*, 56 (60– 62), 67.
- BRACKET, R.E., 1987. Antimicrobial effect of chlorine on *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 50, 999 - 1003.
- BRAGHETTA, A., R.R. TRUSSELL, J. MEHEUS, 1997. The practice of chlorination: application, efficacy, problems and alternatives. IWSA, The Blue Pages.
- BRECHT, J.K., 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Hort. Science*, 30 (1), 18 - 22.

- CACACE, J.E., P.J. DELAQUIS, G. MAZZA, 2002. Effect of chemical inhibitors and storage temperature on the quality of fresh-cut potatoes. *Journal of Food Quality*, 25, 181 - 195.
- CARNOVALE, E. and F.C. MIUCCIO, 1983. *Tabelle di Composizione Degli Alimenti*, Istituto Nazionale Della Nutrizione, Roma.
- CEMEROĞLU, B., F. KARADENİZ, M. ÖZKAN 2003. Meyve ve sebze işleme teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 28, Ankara. 690 s.
- CEMEROĞLU, B., 2007. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Bizim Büro Basımevi. Ankara, 535 s.
- CHOI, S.W. and G.M. SAPERS, 1994. Effects of washing on polyphenols and polyphenol oxidase in commercial mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Science*, (42), 2286 - 2290.
- CHOI, H., H. EO, K. PARK, M. JIN, E. PARK, S. KIM, J.E. PARK, S. KIM, 2007. A water-soluble extract from *Cucurbita moschata* shows anti-obesity effects by controlling lipid metabolism in a high fat diet-induced obesity mouse model. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 359, 419 - 425.
- CLARK, G.A., W.J. LAMONT, C.W. MARR, D. ROGERS, 1996. Maintaining drip irrigation systems. commercial vegetable production. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. MF- 2178.
- CURLEE, J., 1997. Preserving produce. *Journal of Food Quality*, 20, 24 - 30.

- ÇALIŞKAN, M.E., 2001. Farkli olgunlaşma grubuna giren bazı patates çeşitlerinin hatay ekolojik koşullarındaki verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (1-2): 39 - 50.
- DAS, E., 2004. Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival characteristics of *Salmonella enteritidis* at cherry tomatoes. A thesis submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Ankara, 124 p.
- DAUNGMAL, K. and R.K.O. APENTEN, 1999. A comparative study of polyphenoloxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum var. Romano*). Food Chemistry, 64, 351 - 359.
- DAVIES, A.R., 1995. Advances in modified atmosphere packaging. New Methods of Food Preservation, edited by G. W. Gould, pp. 304 - 320, Glaskow, UK: Blackie.
- DAY, B.P.F., 1993. Fruit and vegetables, Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging, edited by, R.T. Parry, pp. 114 - 133, Glaskow, UK: Blackie.
- DEMİRCİ, M., 2002. Beslenme. Rebel Yayıncılık, Tekirdağ. 287 s.
- DUTTA, D., A. DUTTA, U. RAYCHAUDHURI, R. CHAKRABORTY, 2006. Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. Journal of Food Engineering, 76, 538 - 546.

- EL-KEST, S.A. and E.H. MARTH, 1988. Inactivation of *Listeria monocytogenes* by chlorine. Journal of Food Protection, 51, 520 - 524.
- ERKAN, N., S. METÜN, C. VARLIK, T. BAYGAR, Ö. ÖZDEN, H. GÜN, H. KALAFATOĞLU, 2000. Modifiye atmosferle paketlenmenin (MAP) paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 585 - 591.
- ERTURK, E. and D.H. PICHA, 2007. Effect of temperature and packaging film on nutritional quality of fresh-cut sweet potatoes. Journal of Food Quality, 30, 450 - 465.
- EŞİYOK, D., M.K. BOZOKALFA, A. UĞUR, 2003. Sap kerevizinde (*Apium graveolens* L. var. *dulce*) dikim sıklıklarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (3): 17 - 24.
- EXAMA, A., J. ARUL, R.W. LENCKI, L.Z. LEE, C. TOUPIN, 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Journal Food Science, Vol. 58, No. 6, 1365 - 1370.
- FARBER, J.M., 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging, a review, Journal of Food Protection, 54, 58 - 70.
- FARBER, J.M., L.J. HARRIS, M.E. PARISH, L.R. BEUCHAT, T.V. SUSLOW, J.R. GORNEY, E.H. GARRETT, F.F. BUSTA, 2003. Microbiology of controlled atmosphere and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce, Comp. Rev. Food Science and Food Safety, 2: 142 - 160.

- FRANCIS, G.A, C. THOMAS, D. O'BEIRNE, 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *International Safety of Food Science and Technology*, 34, 1 - 22.
- FRANCIS, G.A. and D. O'BEIRNE, 2002. Effects of vegetable type and antimicrobial dipping on survival and growth of *Listeria innocua* and *E. coli*. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 711- 718.
- GALEAZZI, M.A.M., V.C. SGARBIERI, S.M. CONSTANTINIDES, 1981. Isolation, purification and physicochemical characterization of polyphenoloxidases (PPO) from dwarf variety of banana (*Musa cavendishii*, L). *Journal of Food Science*, 46, 150 - 155.
- GARCIA, E. and D.M. BARRETT, 2002. Preservative treatment for fresh-cut fruits and vegetables. O. Lamikanra (Ed.), *Fresh - cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market*. CRC Press. Washington, D.C., p. 267 - 303.
- GARRETT, E., 1997. Fresh-cut produce and food safety. *Journal of the Association of Food and Drug Officials*, 61(1): 26 - 29.
- GORNY, J.R., 1997. Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh - cut (minimally processed) fruits and vegetables. In: Gorny, J.R. (Ed.), *Proceedings of Seventh International Controlled Atmosphere Conference*, Vol. 5. Postharvest Outreach Program, University of California, Davis, CA, 30 - 66.

- GORNY, J.R., 2001. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh -cut (minimally processed) fruits and vegetables. Postharvest Horticulture Series No. 22A, University of California, Davis. 95 - 145.
- GUERZONI, M.E., A. GIANOTTI, M.R. CORBO, M. SINIGAGLIA, 1996. Shelf-life modelling for fresh - cut vegetables. Postharvest Biology and Technology, 9 (2), 195 - 207.
- GÜNAY, A., 1984. Özel sebze yetiştiriciliği. Cilt 3, Çağ Matbaası, Ankara, 323 s.
- GÜNEŞ, E. and C. LEE, 1997. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. Journal of Food Science, 62 (3), 572 - 575.
- HABIBUNNISA, R. BASKARAN, R. PRASAD, K.M. SHIVIAIAH, 2001. Storage behaviour of minimally processed pumpkin (Cucurbita maxima) under modified atmosphere packaging conditions. European Food Research and Technology, (2001) 212 : 165 - 169.
- HARIS, P.M., 1992. The potatoe crop. The Scientific Basis For Improvement. 2nd Edition. Chapman And Hall, London.
- HEIMDAL, H., B. KUHN, L. POLL, L. LARSEN, 1995. Biochemical changes and sensory quality of shredded and ma-packaged iceberg lettuce. Journal of Food Science, 60, 1265 - 1268, 1276.
- HEISS, R., 1980. Verpackung von lebensmitteln. Springer Verlag, Berlin, New York, 306 p.

- HIDAKA, T., T. ANNO, S. NAKATSU, 2007. The composition and vitamin a value of the carotenoids of pumpkins of different colors. *Journal of Food Biochemistry*, Volume 11 Issue 1, 59 - 68.
- HOOVER, D.G., 1997. Minimally processed fruits and vegetables: reducind microbial load by non- thermal physical treatments. *Food Technology*, 59 (2), 356 - 358.
- HOTCHKISS, J.H., 1988. Experimental approaches to determining the safety of food packaged in modified atmospheres, *Food Technology*, 42, 55 - 64.
- IZUMI, H., 1999. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *Journal of Food Science*, 64 (3), 536 - 539.
- JAIME, P., M.L. SALVADOR, R. ORIA, 2001. Respiration rate of sweet cherries: 'burlat', 'sunburst' and 'sweetheart' cultivars. *Journal of Food Science*, 66, 43 - 47.
- JENKINS, W.A. and J.P. HARRINGTON, 1991. Packaging foods with plastics, Technomic Publishing Company, Inc., USA.
- JUN, H., C. LEE, G. SONG, Y. KIM, 2006. Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel. *LWT - Food Science and Technology*, 39 (5) , 554 - 561.
- KAABER, L., B.K. MARTINSEN, E. BRATHEN, I. SHOMER, 2002. Browning inhibition and textural changes of pre-peeled potatoes caused by anaerobic conditions. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35, 526 - 531.

- KADER, A.A., 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, 40, 99- 100,102 - 104.
- KADER, A.A., 2002. Quality parameters of fresh - cut fruit and vegetable products. O. Lamikanra (Ed.), *Fresh - cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market*. CRC Press. Washington, D.C., p. 11- 20.
- KARADENİZ, F., H.S. BURDURLU, N. KOCA, Y. SOYER, 2005. Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in turkey. *Turkish Journal of Agriculture*, 29, 297-303
- KAUFMAN, P.R., C.R. HANDY, E.W. MCLAUGHLIN, K. PARK, G.M. GREEN, 2000. Understanding the dynamics of produce markets: consumption and consolidation grow. USDA. ERS. AIB 758.
- KAYS, S.J., 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biological Technology*, 15, 233 - 247.
- KE, D. and M.E. SALTVEIT, 1988. Plant hormone interaction and phenolic metabolism in the regulation of russet spotting in iceberg lettuce. *Plant Physiology*, 88, 1136 - 1140.
- KILIÇ, O., Ö.U. ÇOPUR, Ş. GÖRTAY, 1991. Meyve ve sebze işleme teknolojisi uygulama kılavuzu. U.Ü. Ziraat Fak. Ders Notları: 7, Bursa. 147 s.
- KILIÇ, O., F. BAŞOĞLU, Ö.U. ÇOPUR, 1997. Meyve ve sebze işleme teknolojisi 2. U.Ü. Ziraat Fak. Ders Notları: 74, Bursa. 273 s.

- KILINÇ, B. ve Ş. ÇAKLI, 2004. Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 21 (3-4): 349 - 353.
- KLAIBER, R.G., S. BAUR, G. WOLF, W.T. HAMMES, R. CARLE, 2005. Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6, 351 - 362.
- KOSKI, T.A., L.S. STUART, L.F. ORTENZIO, 1966, Comparison of chlorine, bromine, iodine as disinfectants for swimming pool water. Applied Microbiology, 14 (2): 276 - 279.
- KOWALSKA, H., L. ANDRZEJ, L. DOMINIKA, 2008. The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin. Journal of Food Engineering, 86 (1), 30 - 38.
- KRAMER, A. and B.A. TWIGG, 1983. Quality control for the food industry. The Avi Pub. Company, INC. Westport, Connecticut. p.120 - 154.
- KUBZDELA, E.R. and J. CZAPSKI, 2004. A comparison of processability of selected varieties of celeriac for the production of minimally processed shredded celeriac. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology, 7 (2), Available Online:
<http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/food/art-15.html>

- KUBZDELA, E.R., J. CZAPSKI, K. CZACZYK, 2006. Effect of preliminary processing of shredded celeriac (*apium graveolens*) using a sodium hypochlorite solution on the quality of this minimally processed product. *Electronic Journal Of Polish Agricultural Universities*, 9 (2). #09.
- LAMIKANRA, O., 2002. Fresh - cut fruits and vegetables. Science, technology and market. CRC Press. Washington, D.C., 467 p.
- LEE, L., J. ARUL, R. LENCKI, F. CASTAIGNE, 1996. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects-Part II. *Packaging Technology and Science*, 9, 1 - 17.
- LEE, C.H., J.K. CHO, S.J. LEE, W. KOH, W. PARK, C.H. KIM, 2002. Enhancing β -carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chemistry*, 79, 593 - 595 (Lee ve ark. 2002b)
- LEE, M., Y. KIM, N. KIM, G. KIM, S. KIM, K. BANG, I. PARK, 2002. Prevention of browning in potato with a heat -treated onion extract. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 66 (4), 856 - 858 (Lee ve ark. 2002a)
- LIN, Y.J., P. DIAS, S. CHUM, A. HILTNER, E. BAER, 2007. Surface roughness and light transmission of biaxially oriented polypropylene films. *Polymer Engineering and Science* - DOI 10.1002/pen, 1658 - 1665.
- LUH, B.S. and J.G. WOODROOF, 1982. Commercial vegetable processing. The Avi Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. 755 p.

- MACDOUGALL, D.B., 1984. Colour vision and appearance measurement .
In. J.R. Pidgot (Ed) Sensory Analysis of Foods. Chapter 4.
p 93 - 115. Elsevier Applied Sciences Publishers London and
New York.
- MARTINEZ, A., P.S. FERNANDEZ, E. RODRIGO, M.C. RODRIGO, 1997.
Minimal thermal process for fruits and vegetables. European
Food&Drink Review, 39: 41 - 42.
- MATHLOUTHI, M. and J. P. LEIRIS, 1990. The influence of the technology
of food manufacturing on the choice of a packaging material.
Engineering and Food Advanced Processes, edited by, W. E. L.
Spiess and H. Schubert, pp. 312 - 320, Elsevier Applied Science
Publishing Co. Inc., New York, USA.
- MATTILA, M., R. AHVENAINEN, E. HURME, 1993. Prevention of browning
of pre-peeled potato. In cost 94, Proc. Workshop "Systems and
operations for post-harvest quality". J. De Baerdemaker et al.,
eds, Leuven, Belgium.
- MATTILA, P. and J. HELLSTRÖM, 2007. Phenolic acids in potatoes,
vegetables, and some of their products. Journal of Food
Composition and Analysis, 20, 3- 4: 152 - 160.
- MATURIN, L. and J.T. PEELER, 2001. Aerobic Plate Count. FDA
Bacteriological Analytical Manual Online, January 2001.
Chapter 3. BAM 8 th Edition.
<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-3.html#authors>
- MAYER, A. and E. HAREL, 1991. Phenoloxidasas and their significance in
fruit and vegetable. In P.F Fox, ed. "Food Enzymology", (1),
Elsevier, London, 373 - 398.

- McCARTHY, M.A. and R.H. MATTHEWS, 1994. Nutritional quality of fruits and vegetables subject to minimal processes. In R. C. Wiley (Ed.), Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Chapman & Hall, London:, 313 - 326.
- McCONNELL, R.Y., V.D. TRUONG, W.M. WALTER, R.F. MCFEETERS, 2005. Physical, chemical and microbial changes in shredded sweet potatoes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 29, 246 - 267.
- MERCAN, T., 2000. Kabak tatlısı üretiminde optimizasyon. Uludağ Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 56 s. (yayınlanmamış)
- MOLEYAR, V. and P. NARASIMHAM, 1994. Modified atmosphere packaging of vegetables-an appraisal. *Journal of Food Science and Technology*, 31 (4), 267 - 278.
- MOLNAR-PERL, I. and M. FRIEDMAN, 1990. Inhibition of browning by sulfur amino acids. 3. Apples and potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 1652 - 1656.
- MURKOVIC, M., U. MULLEDER, H. NEUNTEUFLW, 2002. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 633 - 638.
- O' BEIRNE, D., 1995. Influence of raw material and processing on quality of minimally processed vegetables. *Progress Highlight C/ 95*. "Improvement of The Safety an Quality of Refrigerated Ready-to-eat-foods Using Novel Mild Preservation Techniques" AIR1-CT 92-0125 Project Group.

- O'BEIRNE, D. and A. BALLANTYNE, 2007. Some effects of modified-atmosphere packaging and vacuum packaging in combination with antioxidants on quality and storage life of chilled potato strips. *International Journal of Food Science & Technology*, 22 (5), 515 - 523.
- OĞUR, R., Ö.F. TEKBAŞ, M. HASDE, 2004. Klorlama rehberi (İçme ve kullanma sularının klorlanması). Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, 65 s.
- OHLSSON, T., 1994. Minimal processing - preservation methods of the future - an overview. *Trends in Food Science and Technology*, (5), 341 - 344.
- OLIVAS, G.I. and G.V. BARBOSA-CÁNOVAS, 2005. Edible Coatings for Fresh-Cut Fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, Number 7-8, 657 - 670.
- PALA, M., E. DAMARLI, K. ALİKAŞİFOĞLU, 1994. Meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde ambalajlama teknolojisi ve pratik uygulamalar. II. Gıda Mühendisliği Kongresi, Gaziantep, 98 - 117.
- PARRY, R.T., 1993. Principles and applications of modified atmosphere packaging of food , ed. by R.T. Parry, Glaskow, UK: Blackie, 1 - 18.
- PHILLIPS, C.A., 1996. Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce-A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, pp. 463 - 479.

- PLA, M.F., N.M. PONCE, C.A. STORTZ, L.N. GERSCHENSON, A.M. ROJAS, 2007. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). LWT, 40, 1176 - 1185.
- REYES, V.G., 1996. Improved preservation systems for minimally processed vegetables. Food Australia, 48 (2), 87 - 90.
- REYES, L.F., J.E. VILLARREAL, L. CISNEROS-ZEVALLOS, 2007. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. Food Chemistry, 101, 1254 - 1262.
- RICHERD, F.C., P.M. GOUPY, J.J. NICOLAS, J.M. LACOMBE, A.A. PAVIA, 1991. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 1. Isolation and characterization of addition compounds formed during oxidation of phenolics by apple polyphenol oxidase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39, 841 - 847.
- ROBBS, P.G., J.A. BARTZ, G. MCFIE, N.C. HODGE, 2006. Causes of decay of fresh-cut celery. Journal of Food Science, 61 (2), 444 - 448.
- ROBERTSON, G.L., 1993. Food packaging, Principles and Practice, edited by Marcel Dekker, New York.
- ROCCULI, P., F.G. GALINDO, F. MENDOZAC, L. WADSÖ, S. ROMANI, M.D. ROSA, I. SJÖHOLM, 2007. Effects of the application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes. Postharvest Biology and Technology, 43, 151- 157.

- ROCHA, A.M., C.N. BROCHADO, C.M. MORAIS, A.M.M.B., 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv. Jonagored). *Journal of Food Quality*, 21(1): 13 - 28.
- SANJEEV, K. and M.N. HAMESH, 2006. Low oxygen and inert gas processing of foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46: 423 - 451.
- SAPERS, G.M., 2003. Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruits and vegetables. In Novak, J.S., Sapers, G.M., Juneja, V.K.. (Eds). *Microbial Safety of Minimally Processed Foods*. Boca Raton, FL: CRC Press: 221 - 253.
- SCHULTHEIS, J.R., 1998. Growing pumpkins and winter squash. Extension Horticultural Specialist. Department of Horticultural Science. North Carolina State University. Author Reviewed 1/98 HIL-24
- SEYDİM, A.C., 2002. Gıda güvenliği açısından modifiye atmosfer ile ambalajlama. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 22-24 Mayıs, Ankara, 9 - 13.
- SIMONS, L.K. and P. SANGUASRI, 1997. Advances in the washing of minimally processed vegetables. *Food Australia*, 49 (2), 75 - 80.
- SIVERTSVIK, M., J.T. ROSNES, H. BERGSLIN, 2002. Modified atmosphere packaging, p. 61 - 86. In: T. Ohlsson and N. Bengtsson *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*. CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC.

- SIVERTSVIK, M., J.T. ROSNES, W.K. JEKSRUD, 2003. Solubility and absorption rate of carbon dioxide into non-respiring foods. Part 2: Raw fish fillets. *Journal of Food Engineering*. doi:10.1016/j.foodeng.2003.09.004.
- SPANOS, G.A. and R.E. WROLSTAD, 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38 (3): 817 - 824.
- STEGMANN, H.B., P. SCHULER, H.J. RUFF, M. KNOLLMULLER, W. LORETH, 1991. Ascorbic acid as an indicator of damage to forest. A correlation with air quality. *Zeitschrift für Naturforschung*, 46, 67 - 70.
- STÖLLMAN, U., F. JOHANSSON, A. LEUFVEN, 1994. Packaging and food quality. In: C.M.D. Man and A.A. Jones (Editors), *Shelf Life Evaluation of Foods*, Blackie Academic&Professional, Glasgow, 52 - 71.
- SUSLOW, T., 1997. Postharvest chlorination - basic properties and key points for effective disinfection. Publication 8003. University of California, Davis.
- SWIDERSKI, F., S. RUSSEL, B. WASZKIEWIEZ-ROBAK, E. CHOLEWINSKA, 1997. Evaluation of vacuum-packaged poultry meat and its products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 48, 193 - 200.
- ŞEN, L. ve A. BATU, 2007. Patatesin modifiye atmosferde paketlenerek depolanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2007 (1), 7 - 15.

- TAN, B.K. and N.D. HARRIS, 1995. Maillard products inhibit apple polyphenoxidase. *Food Chemistry*, 53, 267 - 273.
- TEOW, C.C., V. TRUONG, R.F. MC FEETERS, R.L. THOMPSON, K.V. PECOTA, G.C. YENCHO, 2007. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103, 829 - 838.
- TOIVONEN, P.M.A. and J.R. DEELL, 2002. Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. O. Lamikanra (Ed.), *Fresh - cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market*. CRC Press. Washington, D.C., p. 91 - 123.
- TUDELA, J.A., J.C. ESPIN, M.I. GIL, 2002. Vitamin C retention in fresh - cut potatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 26, 75 - 84.
- TUNCAN, E.U., 1993. Effect of cold temperature on germicidal efficacy of quaternary ammonium compound, iodophor and chlorine on *Listeria*. *Journal of Food Protection*, 56, 1029 - 1033.
- TURAN, Z.M., 1998. İstatistik. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No: 78, Bursa. 207 s.
- TÜRKEŞ, N., 1996. Seleksiyonla kereviz ıslahı. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bilimsel Araştırma ve İncelemeler Yayın No: 81, Yalova, 17 s.
- ÜÇÜNCÜ, M., 2000. Gıdaların ambalajlanması, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 612 - 649.
- ÜSTÜNEL, M.A., O. EŞTÜRK, Z. AYHAN, 2008. Modifiye atmosferde depolamanın kirazın fiziksel özelliklerine (renk ve tekstür) etkisi.

Türkiye 10. Gıda Kongresi Bildiri Kitabı, 21-23 Mayıs, Erzurum, 241 - 244.

VAMOS-VIGYAZO, L., 1981. Prevention of enzymatic browning in fruits and vegetables. In C.Y. Lee and J.R. Whitaker, eds., Enzymatic Browning and Its Prevention. Washington, ACS Symp. Ser. 600, 49 - 62.

VAROQUAUX, P., 2001. Unit operations for fresh - cut produce. Conference Proceedings of Second International Conference on Fresh - Cut Produce, 13 – 14 September 2001. Campden & Chorleywood Food Research Association Group, Chipping Campden, UK.

VAROQUAUX, P. and J. MAZOLLIER, 2002. Overview of the european fresh- cut produce industry. O. Lamikanra (Ed.), Fresh - cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market. CRC Press. Washington, D.C., p. 21 - 43.

VELİOĞLU, Y.S., G. MAZZA, L. GAO, B.D. OOMAH, 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. Journal Agric. Food Chemistry, 46, 4113-4117

VILLARDDARA, G.T., 1997. Minimal processing of fruits. Diss. Abst. Int- B 58 (3). s. 1037.

VINA, S.Z. and A.R. CHAVES, 2003. Texture changes in fresh cut celery during refrigerated storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83, 1308 - 1314.

VINA, S.Z. and A.R. CHAVES, 2006. Antioxidant responses in minimally processed celery during refrigerated storage. Food Chemistry, 94, 68 - 74.

- VINA, S.Z. and A.R. CHAVES, 2007. Respiratory activity and phenolic compounds in pre-cut celery. *Food Chemistry*, 100, 1654 - 660.
- VINA, S.Z., M.L. OSORNIO, A.R. CHAVES, 2007. Quality changes in fresh-cut celery as affected by heat treatment and storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1400 - 1407.
- WATADA, A.E., N.P. KO, D.A. MINOTT, 1996. Factors affecting quality of fresh - cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology*, 9 (2), 115 - 125.
- WATADA, A.E. and L. QI, 1999. Quality of fresh - cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15, 201 - 205.
- WEI, C., D.L. COOK, J.R. KIRK, 1985. Use of chlorine compounds in the food industry. *Food Technology*, (1), 107 - 115.
- WHITAKER, J.R., 1996. Enzymes. In O.P. Fennema, ed. *Food Chemistry*, 3 rd Edition. Marcel Dekker, New York, 431 - 530.
- XIONG, L., 1999. Modified atmosphere packaging. *Fact Book*, 16 p.
- YAĞAR, H., 2004. Some biochemical properties of polyphenol oxidase from celery. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 34 (4), 387 - 397.
- ZANDERIGHI, L., 2001. How to design perforated polymeric films for modified atmosphere packs (MAP), *Packaging Technology and Science*, 14, 253 - 266.

ZHANG, D. and Y. HAMAUZU, 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88, 503 - 509.

ZHANG, L., Z. LU, Z. YU, X. GAO, 2005. Preservation of fresh-cut celery by treatment of ozonated water. *Food Control*, 16, 279 - 283.

ZHOU, K. and L. YU, 2006. Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. *LWT*, 39, 1155 - 1162.

ZIEGLER, R.G., 1991. Vegetables, fruits and carotenoids and the risk of cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53: 251 - 259.

¹ <http://www.mersin-tarim.gov.tr/kubi/1.doc>

² http://www.bolpat.com.tr/tr_pat-ces.asp

³ <http://www.uga.edu/vegetable/pumpkin.html#top#top>