



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MODİFİYE ATMOSFERDE AKTİF PAKETLEMENİN KARNABAHARIN
(*BRASSICA OLERACEA* VAR. *BOTRYTIS* L.) KALİTE ve RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Ayşe KOCAMAN

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
EYLÜL-2015**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MODİFİYE ATMOSFERDE AKTİF PAKETLEMENİN KARNABAHARIN
(*BRASSICA OLERACEA* VAR. *BOTRYTIS* L.) KALİTE ve RAF ÖMRÜ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Ayşe KOCAMAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

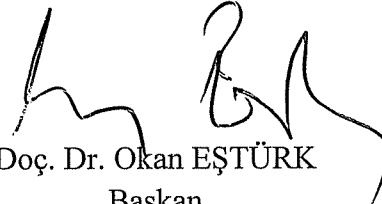
HATAY
EYLÜL-2015

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEMENİN KARNABAHAARIN (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *BOTRYTIS* L.) KALİTE VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

AYŞE KOCAMAN
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Okan Eştürk danışmanlığında hazırlanan bu tez 10/09/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Okan EŞTÜRK
Başkan


Prof. Dr. Sebahattin ÇÜRÜK
Üye


Yrd. Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN
KONUŞKAN
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdür V.

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 14030

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

10/09/2015

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Ayşe KOCAMAN

ÖZET

MODİFİYE ATMOSFERDE PAKETLEMENİN KARNABAHARIN (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *BOTRYTIS* L.) KALİTE ve RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışmada tüketime hazır az işlenmiş karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) uygun ambalaj malzemesi ve ambalajlama tekniklerinin (aktif ambalajlama ve modifiye atmosferde paketlenme) kullanımı ile güvenli ve daha uzun raf ömrüne sahip ürün elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla karnabaharlar iki farklı ambalaj malzemesi (C11, C11R) kullanılarak iki farklı modifiye atmosferde (%21 O₂, %79 N₂ ve %10 O₂, %10 CO₂, %80 N₂), etilen tutucu içeren ve içermeyen 2 grup şeklinde ambalajlandıktan sonra 4 °C’de 20 gün muhafaza edilmiştir. Ambalajlanmamış örnekler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Karnabaharlara soğuk depolama süresince tepe boşluğu gaz analizi (%O₂, %CO₂ ve etilen), fiziksel (renk, tekstür), kimyasal (pH, toplam asitlik, toplam fenolik madde) ve duyuşal (genel görünüş, koku, renk, tekstür, genel ürün beğenisi) analizler yapılmıştır. Depolama sonunda uygulamaların L*, b* ve WI renk değerlerinin depolama başlangıcındaki değerlerinden daha düşük olduğu görülürken, a* renk değerinde tüm uygulamalarda artış görülmüştür. Genel olarak depolama süresince tüm uygulamaların pH değeri artarken, toplam fenol değerleri uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre genel görünüş, renk, koku, tekstür ve genel ürün beğenisinde en hızlı düşüş hava atmosferi örneklerinde gözlenmiş ve 2. günden sonra genel görünüş, renk, koku ve tekstür kabul edilebilir limitin altına düşmüştür. Genel olarak depolama süresince en iyi duyuşal sonuçlar geçirgenliği daha yüksek olan C11R malzemesinin hava atmosferi (%21 O₂) içeren (MAP1) uygulamalarında alınmıştır. Etilen tutucu şaşelerinin ürün kalitesini korumada ve raf ömrünü arttırmada belirgin bir etkisi görülmemiştir. Sonuç olarak karnabaharların raf ömrü 4±2°C’de hava atmosferi uygulamaları için 2 gün, C11 malzemesinin CO₂ içermeyen MAP (MAP1) uygulamaları için 20 gün, diğer uygulamalar için ise 15 gün olarak önerilmektedir.

2015, 59 sayfa

Anahtar Kelimeler: karnabahar, modifiye atmosferde paketlenme, aktif ambalajlama, etilen tutucu, raf ömrü.

ABSTRACT

EFFECT of MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING on QUALITY and SHELF LIFE of CAULIFLOWER (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *BOTRYTIS* L.)

The aim of this study is obtain safe product with extended shelf life for minimally processed ready to eat cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) by the use of appropriate packaging material and packaging techniques (active packaging and modified atmosphere packaging). For this purpose, cauliflower florets were packaged under passive atmosphere (21% O₂, 79% N₂), passive atmosphere with ethylene adsorber, modified atmosphere (10% O₂, 10% CO₂, 80% N₂), modified atmosphere with ethylene adsorber) and using two different packaging materials (C11, C11R) and stored at 4°C for 20 days. Headspace gas analysis (O₂%, CO₂%, and ethylene), physical (color and texture) chemical (pH, titratable acidity, total phenol content) and sensory (visual appearance, odor, color, odor, texture and overall acceptance) analysis were conducted during cold storage. While L*, b* and WI were significantly lower, a* significantly higher at the end of storage comparing to the initial values for all applications. In general, pH values and total phenol content increased for all applications during storage. According to sensory evaluation, the lowest scores were determined for overall appearance, color, odor, texture and overall acceptance for air packaged samples. The air packaged samples were not acceptable in terms of odor after 2 days and color and texture after 5 days. In general, the best results were obtained for higher permeability packaging material (C11R) under modified atmosphere (MAP2) applications in terms of physical, chemical and sensory attributes tested. No significant effect of ethylene scavengers were observed in preserving the quality and on improving the shelf life. In conclusion, the shelf life of cauliflower fillets was recommended 2 days for air atmosphere packaging applications, 20 days for M1MAP1 application and 15 days for remaining tested applications.

2015, 59 pages

Key Words: Cauliflower, modified atmosphere packaging, active packaging, ethylene adsorber, shelf life.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yol gösteren ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman hocam sayın Doç. Dr. Okan Eştürk'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destek ve ilgisini esirgemeyen sevgili hayat arkadaşım Alper Kocaman'a, hayatımın her aşamasında ve eğitim konusunda maddi ve manevi destek olan canım babam Mustafa Kurşun'a ve biricik annem Asiye Kurşun'a sonsuz teşekkür ederim.

Ambalaj malzemelerinin temini için yardımcı olan Polinas Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş (Manisa, Türkiye)'ye sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	I
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Karnabahar Örneklerinin Hazırlanması ve Ambalajlanması	20
3.2.2. Tepe Boşluğu Gaz Analizi	20
3.2.3. Fiziksel Analizler	22
3.2.3.1. Renk Analizi.....	22
3.2.3.2. Tekstür (Doku) Analizi	22
3.2.4. Kimyasal Analizler.....	23
3.2.4.1. Nem Tayini.....	23
3.2.4.2. Kütle Kaybı	24
3.2.4.3. pH Tayini	24
3.2.4.4. Toplam Asitlik Tayini (% Malik Asit).....	24
3.2.4.5. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	24
3.2.4.6. Toplam Fenolik Madde Tayini	25
3.2.5. Duyusal Analizler.....	25
3.2.6. İstatistiksel Analizler	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	26
4.1. Tepe Boşluğu Gaz Bileşimi	26
4.2. Fiziksel Analizler	30
4.2.1. Renk	30
4.2.2. Tekstür (Doku).....	35
4.3. Kimyasal Analizler.....	37
4.3.1. %Nem İçeriği	37
4.3.2. Kütle Kaybı	38
4.3.3. pH	39
4.3.4. Toplam Fenol İçeriği.....	42
4.4. Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	58
EKLER.....	59
EK 1. Duyusal Değerlendirme Formu	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Kullanılan ambalaj malzemelerinin kalınlık, OTR ve WVTR değerleri.....	19
Çizelge 4.1.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince renk parametrelerinin değişimi.	31
Çizelge 4.2.	Renk parametrelerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).	33
Çizelge 4.3.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince toplam tekstür değişimi.	36
Çizelge 4.4.	Tekstür parametresinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).	37
Çizelge 4.5.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince pH ve TA değişimi.	41
Çizelge 4.6	pH ve TA parametrelerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).	42
Çizelge 4.7.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince toplam fenolik madde değişimi.	44
Çizelge 4.8.	Toplam fenol içeriğinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).	45
Çizelge 4.9.	Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince duyu özelliklerinin değişimi.....	48
Çizelge 4.10.	Duyu niteliklerde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Tek odalı ambalajlama makinesi.....	21
Şekil 3.2.	Gaz analiz cihazı	21
Şekil 3.3.	Renk ölçüm cihazı.....	22
Şekil 3.4.	Tekstür ölçüm cihazı	23
Şekil 4.1.	Farklı ambalaj materyali ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabaharların depolama süresince ölçülen oksijen oranları (%).	26
Şekil 4.2.	Farklı ambalaj materyali ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabaharların depolama süresince ölçülen karbondioksit oranları (%).	28
Şekil 4.3.	Farklı ambalaj materyali ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabaharların depolama süresince ölçülen etilen oranları (ppm).	29
Şekil 4.4.	Depolama süresince karnabahar örneklerinin nem içerikleri (%).	39
Şekil 4.5.	Depolama süresince karnabahar örneklerinde kütle kaybı (%).	40

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

CPP	Dökme polipropilen
EVOH	Etilen vinil alkol
ET	Etilen tutucu
M1	C11
M2	C11R
MA	Modifiye atmosfer
MAP	Modifiye atmosferde paketlenme
MAP1	%21 O ₂ + %79 N ₂
MAP2	%10 O ₂ %10 CO ₂ + %80 N ₂
LDPE	Düşük yoğunluklu polietilen
PE	Polietilen
PET	Polietilen tereftalat
PP	Polipropilen
PVC	Polivinil klorid
WI	Beyazlık indeks değeri

1. GİRİŞ

Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) lahanagiller familyasından 20-40 cm kadar boylanabilen iki yıllık otsu bir bitkidir. Karnabaharın anayurdu Akdeniz havzasının doğu kesimi olup ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Soliva-Fortuny ve ark., 2004). İçerik bakımından yüksek karbonhidrat, mineral madde, vitamin ve fitokimyasal bulunan sebzeler arasında yer almaktadır (Vural ve ark., 2000).

Karnabahar, ılık iklimli yörelerin bitkisi olup çok sıcak havalarda iyi gelişmemekte, sıcak ve kurak hava koşullarında sıkı taç oluşturmamaktadır. Karnabahar toprak bakımından seçici olmayıp her türlü toprakta yetiştirilebilmektedir. Ancak, su tutma yeteneği yüksek olan derin, kumlu-tınlı ve killi-tınlı topraklarda daha iyi yetişmektedir. (Soliva-Fortuny ve ark., 2004).

Çin, Hindistan ve Avrupa'da önemli sebze türlerinden biri olan karnabaharın Türkiye'de son yıllarda üretimi ve tüketimi hızla artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2014 yılında karnabaharın Türkiye'deki üretimi 161 bin tondur (TÜİK, 2015). FAO kaynaklarına göre karnabahar ve brokoli toplam üretimi Çin'de 9.10 milyon ton, Hindistan'da 7.89 milyon ton, İspanya'da 540 bin ton, İtalya'da 381 bin ton ve Fransa'da 37 bin tondur (FAO, 2014).

Yapılan çalışmalarda brokoli, karnabahar, yaprak hardal, lahana, Çin brokolisi ve şalgam gibi sebzelerin sık tüketilmelerinin kansere karşı korumada etkili olduğu bildirilmiştir. Sebzelerin kanseri önleme etkisinin sadece içerdiği E ve C vitamini ile β -karoten gibi besleyici antioksidanların değil, flavonoidler, flavonlar ve fenolik bileşikler gibi diğer antioksidanların etkisine bağlı olduğu ifade edilmiştir (Lin ve Chang, 2005).

Karnabaharda, oluşabilecek kalite kayıplarının azaltılması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla uygun ambalaj malzemesi kullanımı ile kombineli olarak uygulanan modifiye atmosferde paketleme (MAP) tekniğinden yararlanılmaktadır. Bu teknik, farklı gaz geçirgenliğine sahip özel torbalar içerisinde meyve ve sebzelerin solunum faaliyetlerine bağlı olarak oksijen miktarının azalıp, karbondioksit miktarının artması temeline dayanmaktadır (Kader, 2002). MAP'ın en önemli faydalarından birisi, meyve yaşlanmasını (olgunlaşmayı) ve fizyolojik değişiklikleri yavaşlatarak veya önleyerek meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmasıdır. Bununla birlikte ambalaj içerisindeki atmosferin nem düzeyi korunarak özellikle sebzelerde su kaybı ile birlikte ortaya çıkan ağırlık kayıplarını azaltarak yanında muhafaza süresi uzatılmaktadır

(Thompson, 2003; Sabır ve ark., 2010). MAP tekniği, tüketicilerin güvenli, katkısız ve besin değeri yüksek gıdalar için artan talebini karşılayan bir gıda muhafaza ve ambalajlama yöntemidir. MAP’da uygun atmosfer bileşimi, ambalaj malzemesi ve depolama koşullarının seçimi ile az işlenmiş ürünlerin kalitesi daha uzun süre korunabilmekte ve raf ömrü uzatılabilmektedir (Farber ve ark., 2003).

Aktif ambalaj teknolojisinde gıda, ambalaj materyali ve çevre atmosferi arasındaki ilişkiye dayanan bir yaklaşım uygulanmaktadır. Bu sistemde ambalaj materyali bariyer özelliğinin yanında oksijen ve etilenin tutulması, karbondioksitin tutulması veya dışarı verilmesi, nemin düzenlenmesi, antimikrobiyal ambalajlama, antioksidan ve aromanın korunması özelliklerine göre yapılmaktadır (Vermeiren ve ark., 1999). 1935/2004/EC sayılı Avrupa Birliği yönetmeliğinde aktif ambalajlama materyalleri; gıdanın raf ömrünü uzatmak ve kalitesini yükseltmek amacıyla ambalajda kullanılan materyaller olarak nitelendirilmektedir. Bu materyaller gıda, ambalaj ve çevresi ile etkileşim halinde olup, bazı bileşenlerin bırakılmasına veya emilmesine olanak sağlamaktadır. Aktif ambalaj materyalleri küçük saşeler halinde veya doğrudan ambalaj filmine yedirilmiş olarak kullanılabilmektedir.

Meyve ve sebzelerin olgunlaşma hızlarını azaltarak raf ömürlerinin uzatılması ve duyuşal özelliklerinin korunabilmesi için, etilen gazının ambalaj içinde birikmesinin önlenmesi ve ambalaj atmosferinden uzaklaştırılması gerekir. Bu amaçla etileni adsorbe eden çeşitli etilen tutuculardan yararlanılır. Etilenin derim sonrası bahçe bitkileri üzerindeki önemli etkileri; solunum aktivitesini artırması, poligalakturonaz, peroksidaz, lipoksidaz, alfa-amilaz, polifenol oksidaz ve fenilalanin amonyakliyz gibi enzimlerin aktivitesi, hücre zar geçirgenliği ve klorofil parçalanmasını artırması, hücre bölünmesini engellemesi, oksijen taşınım veya metabolizmasında oluşan değişimler, doku yumuşaması ve yaprak dökümünün teşvik edilmesi, tat ve aroma gibi kalite özelliklerine etkisi, derim sonrası periyotta fungusların gelişimini teşvik etmesi olarak özetlenebilir (Kader 1985).

Bu çalışmada karnabahar taçları iki farklı ambalaj malzemesi (C11, C11R) kullanılarak hava atmosferi (pasif MAP: %21 O₂ ve %79 N₂), etilen tutucu içeren hava atmosferi, modifiye atmosfer (MA: %10 CO₂, %10 O₂ ve %80 N₂) ve etilen tutucu içeren MA (%10 CO₂, %10 O₂ ve %80 N₂) altında ambalajlandıktan sonra 4°C’de 20 gün muhafaza edilmiştir. Karnabahar taç örneklerinde 0, 2, 5, 10, 15 ve 20. günlerde

soğuk depolama süresince tepe boşluğu gaz oranları (%O₂, %CO₂ ve etilen), fiziksel (renk, tekstür), kimyasal (pH, toplam asitlik, toplam fenolik madde) ve duyusal (genel görünüş, koku, renk, tekstür ve genel ürün beğeni) analizler gerçekleştirilmiş, uygun ambalaj malzemesi ve ambalajlama teknikleri (aktif ambalajlama ve modifiye atmosferde paketlenme) kullanımı ile güvenli bir şekilde daha uzun raf ömrüne sahip ürünün elde edilmesi hedeflenmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hewett ve Thompson (1988) acı benek hastalığını azaltmak için modifiye atmosferde depoladıkları bazı Yeni Zelanda elma çeşitleri üzerine yaptıkları çalışmada, Red Delicious, Golden Delicious, Braeburn ve Granny Smith elmalarını, üzerinde 1 mm çaplı bir iğne ile mikro delikler açılmış 25 µm kalınlığındaki polietilen (PE) ambalajlarda depolamışlardır. Bu elmaların 1 °C’de 7 hafta depolamadan ve 7 gün ortam sıcaklığında bekletildikten sonra aynı depo ortamında ambalajlanmamış elmalara göre daha az acı benek gösterdiği gözlenmiştir. PE ambalajlardaki mikro deliklerin sayısı azaldıkça CO₂ konsantrasyonları artmış ve O₂ konsantrasyonları azalmıştır. PE ambalaj içindeki CO₂ düzeyi %5’i geçtiğinde ve O₂ %15-16’ya düştüğünde, Red Delicious elmalarındaki acı benek hastalığının ticari olarak kabul edilebilir (%5’ten az) olduğu görülmüştür. Sıralı delikler açılmış PE torbalarda depolanan Red Delicious ve Golden Delicious elmaları ambalajlanmayanlara göre daha az ağırlık kaybetmiş, daha sert olmuş ve daha iyi bir yeme kalitesine sahip olmuştur. 50-70 adet mikro delik içeren PE torbaların test edilen çeşitlerde acı beneği azaltmak ve meyve kalitesini korumak için ticari olarak benimsenebileceği ileri sürülmüştür.

Weichmann (1989), MAP’ın elmaların duyuusal özellikleri üzerinde etkilerini inceledikleri çalışmada, çok düşük O₂ içeriğinde ambalajlanan elmaların anaerobik solunum gerçekleştirmesi nedeniyle bozuk tat ve lezzet oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca MAP koşullarında düşük O₂ (%3’ün altında) içeriğinde depolanan çilek ve böğürtlenlerde lezzet kayıplarının görüldüğü, düşük O₂’nin olgunlaşmayı geciktirdiği, meyvenin tekstür ve rengini etkilediği görülmüştür.

Chen ve Hotchkiss (1993), MAP’ın düşük yağlı cottage peynirinde patojen mikroorganizma gelişimine etkileri ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada peynire *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium sporogenes* ilave ederek mikrobiyal açıdan gözlemlenmişlerdir. *Cl. sporogenes* bu çalışmada kullanılan hiçbir durumda üreme göstermemiştir. CO₂ ile ambalajlanan cottage peynirinde 4 °C’de depolanan örneklerde 63 gün boyunca *L. monocytogenes* üremesi görülmezken 7 °C’de 10⁴’ten 10⁷’ye yükselmiştir. Buna göre cottage peynirinin raf ömrünü uzatmak için CO₂ eklenmesi *Listeria* ve botulizm riskini artırıcı bir etki göstermezken bu peynirlerin listeriyoz için bir araç olabileceğini belirtmişlerdir.

Filmle kaplı karnabaharların sevkiyatı boyunca kalitelerinin incelendiği bir çalışmada, 'Siria' karnabaharları 1 hafta boyunca 15 °C'de soğuk depolandıktan sonra 2,5 gün 20 °C'de saklanmıştır. Yapılan çalışmada karnabaharların ambalajında 14 µm kalınlığında PVC film ve 11, 15 ve 20 µm kalınlığında LDPE film kullanılmıştır. Ambalajlarda pH, titrasyon aittliği, kütle kaybı, fizyolojik ve mikrobiyolojik bozulmalar ile duyusal kalite kriterleri izlenmiştir. Raf ömrü boyunca en iyi sonuç 11 µm kalınlığındaki LDPE filmle yapılan çalışmada kaydedilmiştir. Genel kalite, sararma ve taç kısmında esmerleşme, *Alternaria* spp. gelişmesi, çalışılan filmler arasında benzer özellik gösterirken tüm LDPE ile çalışılan filmlerdeki kütle kaybı, PVC filmle kaplı olan ambalajlardan daha düşük olmuştur (Tamari ve ark., 1995).

Watkins ve ark. (1995), farklı gaz kompozisyonlarında depolanan discovery elma çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, elmaların yumuşama ve sarılaşmalarının 20°C' de ve %3-5 CO₂ ile %5-6 O₂ içeriğinde modifiye atmosferle ambalajlanan ürünlerde önemli ölçüde engellenebildiğini belirtmişlerdir.

MA'da ambalajlanan az işlem görmüş havuç ve salatalıklar üzerinde patojenlerin (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria innocua*, *Salmonella typhimurium* ve *Clostridium perfringers*) hayatta kalmalarının incelendiği bir çalışmada, 7 °C'de depolamanın 2. gününde *S. typhimurium* saptanamamıştır. Depolamanın 0. ve 8. günlerinde diğer tüm patojenlerin sayılarında önemli bir azalma olduğu gözlemlenmiştir (Finn ve Upton, 1997).

Kushad ve ark.(1999), turpgillerin glukosinolat ve dağılımı üzerine yaptıkları çalışmada, turpgillerde yer alan türler arasında farklı konsantrasyonlarda glukosinolat bulunmakta olduğunu ve en fazla bulunan glikosinolatların sinigrin, glucobrassicin ve glukocoraphanin olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda glukosinolat içeriğinin brokoli ile aynı, lahanadan daha yüksek ve brüksel lahanasından ise daha düşük olduğu bulunmuştur.

Kushad ve ark.(1999), 5 farklı karnabahar çeşidinin (2 tane beyaz, 2 tane yeşil, 1 tane mor) glukosinolat içeriği üzerinde yaptıkları çalışmada beyaz karnabaharın, alifatik glukosinolatlardan sinigrin içeriği en yüksek bulunmuştur. Yeşil karnabaharda ise alifatik glukosinolatlardan glucoraphanin içeriği daha fazla saptanmıştır. Toplam indol içeriği ise alifatiklere oranla daha düşük bulunmuştur. İndollerden glucobrassicin

toplam glukosinolat içeriğinin % 29-35'ini oluştururken, bazı karnabahar çeşitlerinde % 45-59 gibi değerlere ulaşmıştır.

Taze mantarların (*Agaricus bisporus*) MAP'ında depolama sıcaklık suistimaline bağlı olarak atmosferik bileşiminin ve kalitesinin belirlenmesi için yapılan bir araştırmada, 4° ile 20 °C arasında dalgalanan sıcaklık aralığında 12 gün depolanan mantarlarda oksijensiz atmosferin oluştuğu (%1.5 O₂ ve %10-22 CO₂) ve sabit sıcaklıkta depolanan örneklerle göre sıcaklık dalgalanmasına maruz kalan örneklerde aşırı esmerleşme, sertlik kaybı ve doku içindeki etanol seviyesinde artma görüldüğü ve bir defa bile sıcaklık dalgalanmasının gerçekleşmesinin MAP'ın faydalarını ve ambalajlanmış ürünün güvenliğini riske attığı bildirilmiştir. (Tano ve ark., 1999).

Chatterjee ve Chatterjee (2000) karnabahar (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* cv. Maghi) bitkisinde krom, bakır ve kobalt metallerinin bitki toksisitesini araştırdıkları çalışmada, rafine edilmiş kumda tam besinli (kontrol) ve ağır metallerinin her birinin (Co, Cr ve Cu) 0.5 mM fazladan eklendiği ortamlarda karnabahar yetiştirmişler ve ağır metallerin hepsinin yaprakta karnabahar kütlelerini, demir birikimini, klorofil a ve b'yi, proteini ve katalaz aktivitesini sınırladığını, karnabahar tacında ise makro ve mikro besin öğelerinin birikimini engellediğini bildirmişlerdir.

Conaway ve ark. (2000), tarafından yapılan bir çalışmada, glukosinolatların sindiriminden sonraki metabolik döngüsünü incelemek için, son 48 saat glukosinolat içeren herhangi bir gıda tüketmelerine izin verilmeyen 12 erkek deneğe, çiğ ve buharda pişirilmiş brokoli verilmiştir. Brokoli tüketiminden sonraki 24 saat boyunca toplanan kan ve idrar örnekleri ile çiğ brokolideki isotiyosiyanat biyoyararlılığının, pişirilmiş brokolidekine oranla 3 kat daha fazla olduğu saptanmıştır. Bunun, ısısal işlem sonucunda gerçekleşen myrosinaz inaktivasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Everaarts (2000) tarafından yapılan bir çalışmada karnabahar bitkisinin yetiştirilmesi sürecinde çevreye gerçekleşen azot kaybı potansiyeli incelenmiştir. Toprağa mineral azot uygulaması yapılarak veya yapılmadan bitki gelişimi ve azot alınımları karşılaştırılmış ve çevreye azot kaybının bitki gelişiminden ziyade hasat sonrası bitki atıklarından ve topraktan gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Vural ve ark. (2000) ambalajlamanın düşük sıcaklıkta depolanan karnabaharların kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 0±1°C'de %90-95 bağıl nemde orta büyüklükteki karnabahar taçlarının dış yaprakları çıkarıldıktan sonra

yıkanmadan farklı ambalaj filmlerinde depolanmışlardır. 28 günlük depolama boyunca renk, tekstür, duyuşal özellik ve kütle kayıpları incelenmiştir. Sıralı delikler açılmış (6 delik/torba) yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE, 20 µm) torbalarda 0±1 °C’de %90-95 bağıl nemde yüksek ambalajlanan karnabaharların 21 günlük depolama boyunca en yüksek düzeyde beyaz rengin korunduğı ve en az mikrobiyal bozulma, kütle kaybı ve sertlik kaybının görüldüğü ve duyuşal kalite özelliklerinin iyi düzeyde korunduğunu belirtmişlerdir.

Weissinger ve ark. (2000) düşük sıcaklıkta depolamanın, karnabahar taçlarının kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 0±1 °C’de %90-95 bağıl nemde orta büyüklükteki karnabaharların dış yaprakları çıkarıldıktan sonra yıkanmadan farklı ambalaj filmlerinde depolanmışlardır. 28 günlük depolama boyunca renk, tekstür, duyuşal özellik ve ağırlık kayıpları incelenmiştir. 0±1 °C’de %90-95 bağıl nemde LDPE torbalarda paketlenen karnabahar taçlarının 21 günlük depolama boyunca en az ağırlık kaybı ve sertlik kaybı göstererek duyuşal kalitenin maksimum seviyede korunduğunu belirtmişlerdir.

Çelikel ve ark. (2001) tarafından farklı çilek (Tioga, 216, Douglas, Chandler, Pajora, Tufts, Yalova 15 ve Yalova 104), kiraz (Merton Bigarreau, Lambert, Bing ve 0900 Ziraat) ve incir (Bursa Siyahı) çeşitleri üzerine yürütölen bir araştırmada MA için, farklı kalınlıkta (12, 14, 16 ve 23 µm) polivinil klorid (PVC) film ve İngiltere’de üretilen farklı geçirgenlikte olan P-Plus filmler (200×250 mm büyüklüğünde 90,160 ve 190 µm kalınlıkta polipropilen (PP) filmler ve 5 kg’lık karton kutular için 700×700 mm boyutunda 120 ve 180 µm kalınlıkta polietilen (PE) filmler) kullanılmıştır. Farklı materyallerle ambalajlanan meyveler 0 °C ‘de depolanmış ve raf ömrü için 20 °C ‘de bekletilmiştir. Depolama süresince meyvenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde (kalite, tat, çürüme oranı, kütle kaybı, meyve eti sertliğı, suda çözünür kuru maddeler ve titre edilebilir asit içeriğı, pH ve renk) meydana gelen değışimler izlenmiştir. MA uygulamaları tüm türlerde % 5’i aşan ağırlık kayıplarını önemli oranlarda (PVC ile %1-2’e, P-Plus filmlerde % 0.1’e kadar) düşürerek kalitenin korunması üzerinde etkili bulunmuştur. Çilek meyveleri 20 °C ‘de 4 gün, 0 °C ‘de 2-4 hafta depolanmıştır. MA uygulaması tüm çeşitlerde kalitenin korunması üzerinde etkili bulunmuştur. 16 µm PVC film ile 160 µm P-Plus film uygulamaları daha etkili bulunmuştur. MA, meyve eti

sertliğinde depolama süresince meydana gelen düşüşü yavaşlatmış, ağırlık kaybını ve çürüme oranını azaltmıştır.

MA kiraz meyvesinin kalitesinde depolama sırasında meydana gelen düşüşü geciktirmiştir. PVC kalınlığına göre 16-23 µm streç filmler kalitenin korunmasında daha etkili bulunmuştur. 90 µm P-Plus film ve 120 µm PE en iyi sonucu vermiştir. Çeşitlere göre biraz değişmekle beraber, kontrol meyveleri 0 °C 'de 3-4 haftada kalitelerini yitirirken, MA'da ambalajlanan meyveler 6-8 hafta süre ile depolanabilmiştir. İncir meyvesi için PVC filmde 14 µm, P-Plus filmde tüketici ambalajı olarak 90 µm PP, karton kutu için ise 120 µm PE en iyi sonucu vermiştir. Kontrol meyveleri 3-4 hafta sonunda pazar kalitelerini yitirirken, MA uygulaması depolama süresini en az 2 hafta uzatmıştır (Çelikel ve ark., 2001).

Az işlem görmüş sebzelerdeki mikrobiyal gelişim üzerine yüksek oksijen içerikli modifiye atmosferde paketlenmenin etkisinin incelendiği bir araştırmada, bu paketlenmenin maya gelişimini azaltmak açısından mikrobiyal kaliteye olan etkisinin düşük oksijen içerikli denge modifiye atmosferden daha iyi olduğu saptanmıştır (Jacxsens ve ark., 2001).

Zobayed ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada, deney ortamında yetiştirilen karnabahar fidelerinde farklı havalandırma yöntemlerinin yaprak anatomisi üzerine etkileri araştırılmış ve zayıf havalandırmanın kültür ortamında yapısal bozulmalara neden olduğu ve bunun bitkinin iklim uyumunu azalttığını belirtmişlerdir.

Motey ve Lele (2003) az işlem görmüş ve pişmeye hazır karnabaharları kilitli PE poşet, klin film, kristal violet film ve aktif ambalaj malzemesi ile ambalajlayarak 10 °C'de 7 gün boyunca depolamışlardır. Duyusal kalitede %95 güven seviyesinde belirgin bir fark gözlenmeden pişmeye hazır karnabaharların taze karnabaharlar kadar iyi olduğu belirtilmiştir. Nem analizi sonuçlarına göre pişmeye hazır karnabahar taçlarında tazelik kaybı meydana gelmiştir. Teknolojik ve ekonomik analizler her iki işleminde uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

Yeni hasat edilmiş brokolilerin 20, 25 ve 30 µm kalınlıkta maksifreş, 30 µm polietilen ve 10 µm PVC filmlerin kullanılarak ambalajlandığı çalışmada farklı ambalaj filmleri arasında ambalaj içi CO₂ konsantrasyonları bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. 30 µm kalınlıktaki maksifreş ve polietilen ile ambalajlanan brokolilerin

20 °C'de 6 gün veya 0 °C'de 32 gün depolanması sonucunda en az % 83'ünün pazarlanabilir durumda oldukları bildirilmiştir (Thompson, 2003).

Batu (2004) tarafından yapılan çalışmada olgun yeşil domateslerin % 6.4-9.1 CO₂ ve %5.5 O₂ içeriğinde 60 gün ve sonrasında 13°C'de 10 gün daha depolanmaları sonucunda lezzetlerinin iyi durumda olduğu ve yapılan duyusal değerlendirilmede tüketiciler tarafından tercih edilebilir durumda olduğu belirlenmiştir.

Ismail ve ark. (2004) ıspanak, lahan, karnabahar ve brokoli gibi sebzelerde ısıtılmanın toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik madde içeriğine etkilerini inceledikleri bir çalışmada, ısıtılmanın bu sebzelerde antioksidan aktiviteyi ve toplam fenolik madde içeriğini azalttığını belirtmişlerdir.

Modifiye atmosferde paketlemeyle korunan minimal işlem görmüş elmaların mikrobiyolojik ve biyokimyasal stabilitesinin incelendiği bir araştırmada, 15 cm³ m² bar 24 saat O₂ geçirgenliğine sahip plastik paketlerde korunan elma küplerinin buzdolabında depolamanın ilk ayı boyunca mikrobiyal sayının 5 log kob g¹ değerinin altındaki değerleriyle en uzun stabiliteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Soliva-Fortuny ve ark., 2004).

Ambalaj malzemeleri, haşlama zamanı ve potasyum metabisülfid konsantrasyonu düzeyinin 6 aylık depolama süresince güneşte kurutulmuş karnabahar kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, haşlama zamanının arttırılmasının askorbik asit konsantrasyonu azalttığı, güneşte kurutmanın ise askorbik asit muhafazasını arttırdığı belirtilmiştir. Musluk suyu ile karnabaharı yıkamanın mikrobiyal yükü yıkanmamış karnabahar örneklerine göre azalttığı ifade edilmiştir. İşlenerek kurutulduktan sonra 3 farklı ambalaj malzemesiyle ambalajlanan karnabaharlarda 6 aylık depolama süresince mantar oluşumu görülmemiştir. Kurutulmuş karnabaharda beslenme ve mikrobiyal kalite yönünden en iyi uygulamanın 7 dk haşlandıktan sonra %0.5 potasyum metabisülfid ile muamele edilen ve lamine alüminyum folyo ile ambalajlama olduğu belirtilmiştir (Kadam ve ark., 2005).

Li ve ark., (2005) farklı gaz kompozisyonlarında ambalajlanan Bramleys ve Cox's elma çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmada, Bramleys elma çeşidinin %8 CO₂ ve %13 O₂ içeriğinde 22 hafta; %6 CO₂ ve %3 O₂ içeriğinde ise 30 hafta süreyle doku sertliğini ve kabuk rengini koruduğunu belirtilmişlerdir. Discovery elma çeşidinin 25 mikron kalınlıkta düşük yoğunluklu polietilen film (LDPE) ile %8.2-10.5 O₂ ve %6

CO₂ gaz içeriğinde ambalajlanması ve iki hafta süreyle 20 °C’de depolamaları sonucunda sertliklerinin ve renklerinin ambalajlanmadan depolanan örneklere göre daha iyi durumda oldukları belirlenmiştir.

Pascale ve ark. (2005) toprak tuzlanmasının karnabahar bitkisinin yetişmesi, verimi ve mineral kompozisyonu üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada doymuş toprak ekstraktının elektrik iletkenliğinin 2.0 dS m⁻¹’den (tuz birikimi olmayan kontrol toprak) 6.0 dS m⁻¹’e çıkarılması, pazarlanabilir ürün verimini karnabaharda 26.9’den 9.6 t ha⁻¹’ brokolide ise 15.8’den 4.9 t ha⁻¹’a düşürmüştür. Genel olarak, kalıntı toprak tuzlanmasının ve tuzun toprağın fiziksel-kimyasal özelliklerinde kalıcı değişikliklere neden olarak sulama yapılmadan yetiştirilen karnabahar ve brokolide gelişmeyi ve verimi etkilediği bildirilmiştir.

Guillén ve ark. (2006) ambalaj filmi kütle aktarım özelliklerinin tüketime hazır karnabaharlarda kalite kaybına etkisini araştırdıkları çalışmada, taze kesilmiş beyaz ve yeşil karnabaharla, roman lahanası mikro sıralı delikler açılmış ambalaj filmi ile ambalajlanmış ve tepe boşluğundaki gaz konsantrasyonu izlenmiştir. Mikro sıralı delikler açılmış filmin bariyer özelliklerinin etkileri 4± 1 °C’de depolanan tüketime hazır iki çeşit karnabaharda incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en düşük oksijen geçirgenliğine sahip mikro sıralı delikler açılmış polimerik filmin tüm karnabahar çeşitlerinde en uygun tepe boşluğu gaz bileşimini oluşturduğu gözlenmiştir. Yüzeyde görünür küf üremesi raf ömrünü sınırlayıcı kriter olarak alınmış ve araştırmada kullanılan her iki karnabahar karışımı için raf ömrü yaklaşık 18 gün olarak bulunmuştur.

Sikkema ve ark. (2006) karnabahar, brokoli ve lahana da çiçeklenme sonrası sülfonilüre herbisit (ethametsulfuron-methyl, foramsulfuron, nicosulfuron, rimsulfuron, thifensulfuron-methyl, and triflusulfuron-methyl) uygulamalarının ürün toleransı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Karnabahar, brokoli ve lahana için yalnızca ethametsulfuron-methyl herbisitinin kabul edilebilir tolerans seviyesine sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Almenar ve ark. (2007) yabani çilek meyvesinin (*Fragaria vesca* L.) aktif ambalajlanması üzerine yaptıkları çalışmada yabani çileğin güvenlik ve kalitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için bir antimikrobiyal aktif ambalaj geliştirilmiştir. Denge modifiye atmosferde ambalajlanan meyvelere çilekte doğal olarak bulunan uçucu antimikrobiyal bileşik, 2-nonanone, 2 farklı miktarda eklenerek 10 ve 22 °C’

depolanmış ve *Botrytis cinerea* gelişimine ve meye kalite parametrelerine etkileri incelenmiştir. Yüksek CO₂ kısmi basıncının ve antimikrobiyal madde varlığının sinerjistik ile etkisi küf gelişimi tüm uygulamalarda engellenmiştir. Kütle, suda çözünür kuru madde, titrasyon asitliği ve antosiyanin kaybının geciktirilmesinde 2-nonanonun etkili olduğu ve bu etkinin konsantrasyon artışıyla daha belirgin hale geldiği tespit edilmiştir.

Cervera ve ark. (2007) ışığa maruz kalmanın az işlenmiş karnabaharın duyu kalitesine etkisini araştırmışlardır. Az işlenmiş karnabahar 4 farklı film (PVC ve 3 P-Plus) kullanılarak karanlık, kısmi aydınlatmalı ve sürekli aydınlatmalı ortamda 4°C'de depolanmıştır. Ambalaj içindeki gaz bileşimi kullanılan filmin gaz geçirgenliğine ve aydınlatma durumuna bağlı olarak değişim göstermiştir. Aydınlatmanın yapıldığı düşük geçirgenliğe sahip filmlerin kullanıldığı paketlerde daha fazla su buharı kaybı görülmüş ve ambalaj içinde daha düşük düzeyde O₂ ve daha yüksek düzeyde CO₂ içeren atmosferler oluşmuştur. Test edilen duyu özellikler içinde ışığa maruz kalmadan en fazla renk etkilenmiştir. Düşük geçirgenliğe sahip filmlerde renk daha az etkilenirken kötü koku oluşumu belirlenmiştir.

Cieslik et al. (2007), bazı teknolojik işlemlerin Brüksel lahanası, brokoli, yeşil ve beyaz karnabahardaki glukosinolat konsantrasyonuna etkisini inceledikleri çalışmada aynı zamanda alifatik glukosinolatlar ile indollerin miktarını ve dağılımını incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada en düşük glukosinolat konsantrasyonu beyaz ve yeşil karnabaharda bulunmuştur.

Yüksek karbondioksit ile kombine edilmiş yüksek oksijen uygulamasının az işlem görmüş biberlerin mikrobiyal ve duyu kalite üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 15 kPa CO₂ ile kombine edilmiş 80 veya 50 kPa O₂ uygulamasının az işlem görmüş biberlerdeki bozucu mikroorganizmaların ve *Enterobacteriaceae*'nin gelişimini engellediği tespit edilmiştir (Conesa ve ark., 2007).

Dondurulmuş karnabahar üretiminde seçilmiş bazı antioksidan bileşenlerin içeriğine geleneksel (haşlama-dondurma) ve modifiye tekniğin (pişirme-dondurma) etkilerinin araştırıldığı çalışmada karnabaharlar 2 farklı sıcaklıkta (-20 ve -30 °C) 12 ay boyunca dondurularak muhafaza edilmiştir. Başlangıçtaki hammaddeye kıyasla 12 aylık depolama sonunda araştırılan ürüne bağlı olarak dondurulan karnabaharlarda C vitaminin %29-50'si, karotenoidlerin %73-100'ü, β karotenin %53-125'i, polifenollerin

%69-85'i ve antioksidan aktivitesinin %26-40'ı muhafaza edilmiştir Depolama sonunda geleneksel tekniğe kıyasla modifiye teknikte belirgin bir şekilde daha yüksek C vitamini ve antioksidan aktivitesi elde edilmiştir (Gebczynski ve Kmiecik, 2007).

Lo Scalzo ve ark. (2007) karnabaharın kalite göstergeleri olarak antioksidan özelliklerini ve lipid profilini hasat zamanına bağlı olarak incelemişler ve farklı yıllarda hasat edilen karnabaharların bileşim profillerinin farklı olmasının çevresel stres koşullarından (kuraklık, düşük sıcaklık) kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Minimum işlem teknolojisinin 8 farklı karnabahar çeşidinde duyusal kalitesine ve mikroorganizma üremesine etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, 4 farklı (1-PVC ve 3 P-Plus) ambalaj filmi kullanılmış ve 4 °C'de 25 gün boyunca duyusal kalite ve mikroorganizma gelişimi izlenmiştir. Kütle kaybı ve gaz konsantrasyonu gibi diğer önemli parametrelerde incelenmiştir. Ambalajlanmış ve az işlem görmüş karnabaharların gaz bileşimlerinin hem ambalaj geçirgenliğine hem de karnabahar çeşidine bağlı olduğu belirtilmiştir. P-Plus 120 filmde gaz bileşimindeki O₂ seviyesi %10'nun altındayken, CO₂ seviyesi %10'nun üzerinde ölçülmüştür. Bu atmosfer bileşiminin az işlem görmüş karnabaharların duyusal kalitesi için yeterli olduğu görülmüş ve bu şartlarda depolanan karnabaharların raf ömrünün 25 günden fazla olduğu belirtilmiştir (Sanz ve ark., 2007).

Az işlem görmüş karnabaharda ışığa maruz kalmanın duyusal kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada karnabaharlar 4 farklı film çeşidiyle (PVC ve 3 P-Plus) ambalajlanmıştır. 4 °C'de karanlık, kısmi veya sürekli aydınlatma koşullarında depolamanın duysal özelliklere etkisi incelenmiştir. Ambalaj içindeki atmosfer bileşimi ambalaj malzemesi geçirgenliğine ve aydınlatma durumuna bağlı olarak değişim göstermiştir. Ambalaj içi atmosfer ve bitki doku arasındaki gazların değişimi aydınlıkta depolananlarda, karanlıkta depolananlara göre daha uzun periyotlarda gerçekleşmiştir. Aydınlatmanın varlığı kesme bölgelerinde esmerleşmeyi hızlandırmıştır. Çalışılan duyusal nitelikler arasında ışığa maruz kalmaktan en fazla renk etkilenmiştir. Kesme bölgelerindeki renk bozulması en az P-Plus 120 filminde görülmüştür. Ancak aydınlatılmış koşullar altında bu filmin düşük gaz geçirgenliği O₂ içeriğinin çok düşük, CO₂ içeriğinin yüksek olmasına sebep olmuştur. Bu atmosfer şartları tekstürde kayba ve kötü koku gelişimine sebebiyet vermiştir (Sanz Cervera ve ark., 2007).

Karnabahar ve brokoli karışımında MAP'ın hasat sonrası glukosinolat dinamiği üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, brokoli ve karnabahar karışımı tabaklara konulduktan sonra iki farklı mikro sıralı delikler açılmış çift yönlü gerdirilmiş polipropilen (BOPP) filmle kapatılmış ve 7-8 °C'de depolanmıştır. Karnabahar örneklerinde her iki MA uygulamasında (%1 O₂ + %21 CO₂, %8 O₂ + %14 CO₂) alifatik glukozinolat içeriği korunurken brokolide hafif düzeyde azalma gözlenmiştir. Karnabahar ve brokoli karışımında glukozinolat içeriğini ve dış görünüşü muhafaza ederken kötü koku oluşumunu önlemek için %1 O₂ + %21 CO₂ atmosferinin 8 °C'de 7 gün süreyle uygun ortam sağladığı belirtilmiştir (Schreiner ve ark., 2007).

Patatesin MAP'da depolanması üzerine yapılan bir araştırmada Marfona çeşidi patatesler fiziksel sınıflandırmadan sonra polistren (PS) tabaklara konularak 30, 60, 90 µm kalınlıkta LDPE ve 38 µm kalınlıkta CPP ile ambalajlanarak 5 °C'de %75-85 bağıl nemde 8 ay depolanmıştır. Araştırma sonucunda CPP filmin patatesin ambalajlanması için LDPE'den daha uygun olduğu ve ambalaj içi optimum denge gaz konsantrasyonunun %9-10 O₂ ve %7.5-8 CO₂ olması durumunda Marfona çeşidi patateslerin 38 µm CPP ile ambalajlanarak 5 °C'de 8 ay süresince sorunsuz bir şekilde depolanabileceği belirlenmiştir (Şen ve Batu, 2007).

Yeni paladyum içerikli etilen tutucunun geliştirilmesi çalışmasında, paladyum içerikli toz materyalin 20 °C ve %100 bağıl nemde önemli bir etilen absorbe etme kapasitesine (4162 µL g⁻¹) sahip olduğu belirlenmiş ve düşük miktarlarda ve yüksek bağıl nemli ortamlarda KMnO₄ bazlı etilen tutuculardan çok daha üstün olduğu gösterilmiştir. Paladyum bazlı materyalin varlığında etilen miktarının muz ve avakado için etkili bir şekilde fizyolojik aktif seviyenin altına indirildiği ve ticari olarak bu materyalin kullanılma potansiyelinin olduğu gösterilmiştir (Terry ve ark., 2007).

Lo Scalzo ve ark. (2008), İtalya'da 16 karnabahar çeşidinde 6 yıl boyunca yapılan çalışmalarda organik ve geleneksel uygulamalarda kalite parametrelerini incelemişlerdir. Verim ve taç ağırlıklarının organik uygulamalarda geleneksel uygulamalardan %25 daha az olduğunu, vitamin C ve antioksidan içeriklerinin ise organik uygulamalarda %18 daha fazla olduğunu belirlenmiştir.

Simon (2008) az işlenmiş beş karnabahar çeşidinin 5 °C'de 13 gün boyunca 4 farklı ambalaj filminde depolanması sırasındaki davranışlarını incelediği araştırmada ambalaj içinde oluşan atmosfer, renk, tekstür, kesme kararması, kötü koku oluşumu,

askorbik asit ve toplam fenol içerikleri belirlenmiştir. Ambalaj içi gaz bileşiminde en fazla değişiklik sıralı delik açılmamış PVC film ile ambalajlanan Lorient ve Cristallo çeşitlerinde gözlenirken, kötü koku salınımı olmamıştır. Az işlenmiş karnabahar için en iyi kalite özellikleri, yüksek askorbik asit ve toplam fenol içeren E51100 çeşidinde gözlemlenmiştir. Lorient çeşidinde son derece koyu kesme kararmaları oluşması nedeniyle az işlem görmüş ürün eldesi için kabul edilebilir olmadığı anlaşılmıştır. May Fair çeşidi az işlenmiş ürün eldesi için uygunluk göstermiş, askorbik asit içeriği depolama boyunca korunurken, toplam fenol içeriğinde artış görülmüştür.

Simon ve ark. (2008) üç farklı ambalaj malzemesi kullanımı ile elde edilen atmosfer değişiminin az işlem görmüş karnabaharın kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, 4 ve 8 °C’de 20 güne kadar farklı ambalaj filmlerinde modifiye atmosferde saklanan karnabaharın renk, tekstür, kütle kaybı, mikrobiyal üreme sayısı, şeker ve askorbik asit içeriği ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan sıralı delikler açılmamış PVC ambalaj atmosferinde bir değişikliğe neden olmazken, sıralı delikler açılmamış PVC ve PP ambalaj malzemeleri ambalaj atmosferini değiştirmiştir. Farklı ambalajlama koşulları ve depolama sıcaklığı sararmayı etkilemiştir. Uygulama sonunda kesme kuvvetinde artış gözlenirken kütle kaybı %5’in altında gerçekleşmiştir. Mezofilik bakteri ve *Pseudomonas* sayıları 7 log kob g⁻¹ in altındadır ve sıralı delikler açılmamış PVC ve PP filmlerinde mikroorganizma sayıları sıralı delikler açılmamış PVC’ye göre daha düşük olmuştur. 20 günlük depolama sonunda toplam şeker %27’nin altına düşerken, askorbik asit değerinde bir değişiklik gözlenmemiştir.

Shen ve ark.(2009), turpgiller familyasında yer alan sebzelerdeki aktif bileşenlerin medikal özellikleri hakkında yaptıkları çalışmada, doğal isotiyosiyanatların ve metabolitlerin hayvanlarda kimyasal olarak bulunan indüklenmiş karaciğer, akciğer, mide, ince bağırsak, kolon ve meme kanserlerinin gelişimini inhibe ettiğini saptamışlardır. Özellikle isotiyosiyanatların kanser hastalarının kemoterapisinde kullanılan ilaçların yapısına eklenmesini önermişlerdir.

Olarte ve ark. (2009) az işlem görmüş brokoli ve karnabaharla yaptıkları çalışmada 4 farklı ambalaj film (PVC ve 3 P-Plus) ile ambalajlanmış brokoli ve karnabaharda aydınlatmanın etkisi ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. 4 °C’ de karanlıkta ve ışık altında depolamanın duyu kalite üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada ambalaj içerisindeki gaz konsantrasyonu, pH, mezofilik bakteri sayısı ve kütle kaybı

ölçülmüştür. Brokoli ve karnabaharda ne kullanılan ambalaj filmi ne de depolama şartları pH ve mikroorganizma sayısında değişikliklere neden olmuştur. Bununla birlikte ışığa maruz bırakılan uygulamalarda bitki dokusunda gaz alış verişini ve ambalaj içindeki gaz atmosferini etkilemiştir. Aydınlatma varlığında depolanan brokoli ve karnabahar ambalajlarının önemli düzeyde nem kaybettiği gözlenmiştir. Ayrıca ışığa maruz kalan karnabaharın solunum aktivitesinin depolama şartları ve kullanılan ambalaj filmine bağlı olduğu görülmüştür. Ancak brokolinin solunum hızındaki artış fotosentetik aktivite ile telafi edilmiş ve ambalaj içindeki atmosfer bileşiminin yalnızca filmin geçirgenliğine bağlı olduğu bildirilmiştir. Karnabahar için P-Plus 120 filminin karanlık şartlarda duyuşal nitelikler bakımından en uygun olduğu görölürken, aydınlatma şartlarında bu filmin düşük gaz geçirgenliğı nedeniyle uygun olmadığı görölümüştür. Bununla birlikte karanlıkta ve aydınlıkta farklı ambalajlarda depolanan brokoliler benzer özellik göstermiştir.

Bütün çiğ bademde kalitenin muhafazasına oksijen tutucu kullanmanın, azot basmanın, ambalaj materyali oksijen geçirgenlik oranının ve depolama süresinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada badem içleri polietilen tereftalat/düşük yoğunluklu polietilen (PET/LDPE) ve düşük yoğunluklu polietilen/etilen vinil alkol/düşük yoğunluklu polietilen (LDPE/EVOH/LDPE) torbalara azot atmosferinde oksijen tutucu kullanılarak ve kullanılmadan 12 ay süresince depolamıştır. Oksijen tutucu kullanılan PET/LDPE ve LDPE/EVOH/LDPE torbalarda, oksijen tutucu kullanılmayan torbalara göre aydınlatma durumundan bağımsız olarak peroksit değeri, hekzanal içeriğı daha düşük bulunmuştur. Oksijen tutucu kullanılmayan örneklerde aldehitler, ketonlar, alkanlar, alkoller ve aromatik hidrokarbonların miktarının lipid oksidasyonuna bağılı olarak arttığı belirlenmiştir. Oksijen tutucuların ise bademlere ambalaj materyali, aydınlatma dutumu ve depolama sıcaklığından bağımsız olarak en az 12 ay raf ömrü kazandırdığı tespit edilmiştir (Mexis ve Kontominas, 2010).

Sabır ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada Kandil dolma biber çeşidi sıralı delikler açılmış ve açılmamış PE ve PP ile ambalajlanarak 8 °C ve %85-90 bağılı nem içeren depoya yerleştirilen örneklerde kütle kaybı, suda çözünür toplam kuru madde, solunum hızındaki değışim, gevreklik enfeksiyon ve soğuk zararlanması belirtileri incelenmiştir. PP ile ambalajlanan biberde meyve kalitesi, enfeksiyon ve soğuk zararlanmasına bağılı olarak 4 hafta korunabilmiştir. Sıralı delikler açılmış PE

torbaların Kandil dolma biber çeşidi için en uygun ambalaj olduğu ve bu ambalaj malzemesi ile önemli bir kalite kaybı olmaksızın biberlerin 5 hafta süre ile muhafaza edilebileceği belirlenmiştir.

Çilek kalitesini korumak ve raf ömrünü arttırmak için farklı dozlarda klor dioksit uygulanmış çilekler, etilen ve nem tutucu içeren ambalajlarda 3 hafta boyunca depolanmış ve kalite kriterleri incelenmiştir. Çalışmaya göre etilen ve nem tutucuların 5 ppm klordioksitle birlikte kullanıldığında optimum sonuçlar verdiği ve çilekler raf ömrünü uzatmada başarıyla kullanılabileceği belirtilmiştir (Aday ve Caner, 2011)

Bünyesine tarçın uçucu yağı katılan etiketin plastik ambalaja tutturulmasıyla elde edilen aktif ambalajın geç olgunlaşan şeftali meyvesinin raf ömrünü uzatmak için kullanıldığı çalışmada şeftaliler 12 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Aktif ambalajlanan şeftalilerde bozulma oranı %13 iken kontrol ambalajlarındaki bozulmanın %86 seviyesinde olduğu bildirilmiştir. Kütle ve sertlik değeri aktif ambalajlanan şeftalilerde aktif ambalajlama kullanılmayan şeftalilere göre belirgin bir şekilde daha iyi muhafaza edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, oda sıcaklığında 12 gün tutulan aktif ambalajlanmış şeftali için duyusal analizde kullanılan pozitif tanımlayıcılar çoğunun optimum kalite seviyesinden (0. gün) belirgin bir şekilde farklı olmadığı bildirilmiştir (Montero-Prado ve ark., 2011).

Işık (2011), ikinci ürün brokolide farklı toprak işleme yöntemlerinin, verim, kalite ve bitkisel özelliklerine etkisini incelediği çalışmada deneme sonrası toprak nem içeriğinin toprak işlemez uygulamada, geleneksel ve azaltılmış toprak işleme uygulamalarına göre daha yüksek çıktığını bildirmektedir. Araştırmacıya göre verim ve diğer bitkisel özellikler bakımından en iyi sonuç toprak işlemenin yapılmadığı uygulamalardan elde edilirken, bunu sırasıyla azaltılmış toprak işleme ve geleneksel toprak işlemenin izlediği belirtilmektedir.

Vu ve ark. (2011) çilek raf ömrünü artırmak için modifiye kitosan bazlı yenilebilir biyoaktif kaplamanın geliştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada çilek için daha etkili koruyucu madde olduğu belirlenen limonen ve nane uçucu yağları modifiye kitosana katılarak yenilebilir biyoaktif kaplama elde edilmiş ve 14 gün boyunca etkinliği çilek üzerinde incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre modifiye kitosan içine katılan limonenin çileklerde bozulmayı engellediği ve duyusal kaliteyi etkilemediği

tespit edilmiştir. Kullanılan nanenin ise çilekte kalite kriterleri bakımından kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmadığı ortaya konmuştur.

Incedayi ve Suna (2013) az işlem görmüş ve modifiye atmosferde paketlenmiş karnabaharların kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, karnabaharlara %1 NaCl + sodyum meta sülfid (1500 ppm) ve klor (150 ppm, pH 6.9) ile uygulama yapılmış, daha sonra musluk suyu ile durulanmıştır. Sebzelerin bir kısmını %1.5 sitrik asit, diğer bir kısmına %0.5 kalsiyum askorbid + %1 sitrik asit uygulaması yapılmıştır. Santrifüjden sonra %20 atmosferik hava + %80 N₂ ve %20 atmosferik hava + %70 N₂ + %10 CO₂ şartlarında çift yönlü gerdirilmiş polipropilen (BOPP) film ile ambalajlama işlemi uygulanmıştır. 4±2 °C'de 15 günlük depolama sonunda askorbik asit, toplam fenol ve toplam karotenoid içerikleri azalırken, aerobik mezofilik, psikrofil, toplam koliform bakteri içeriği ve polifenol oksidaz aktivitesinde artış gözlenmiştir. Askorbik asit, toplam fenol, toplam karotenoid ve antioksidan aktivitesindeki kayıtlar sırasıyla %11.54, %7.56, %29.08 ve %17.36 olarak bulunmuştur, Karbondioksitle zenginleştirilmiş atmosferde ve kalsiyum askorbid + sitrik asit uygulanan ambalajlarda kütle kaybı, toplam kuru madde kaybı ve polifenol oksidaz aktivitesinde artış görülmüştür. Bu koşulların duyuusal bozulmayı önleme ve kalite kaybını sınırlamada etkin olduğu tespit edilmiştir. Panelistler kontrol grubunu kötü koku ve renk nedeniyle %95 oranında reddetmişlerdir.

Setiasih ve ark. (2013) az işlem görmüş karnabaharda depolama sıcaklığının raf ömrüne etkisinin araştırıldığı çalışmada karnabaharlar 0, 5, 10 °C ve ortam sıcaklığında (21± 2 °C'de) PE film, %1 sıralı delikler açılmış PE film ve kontrol (ambalajsız) olmak üzere 3 şekilde depolanmıştır. Karnabaharın raf ömrü boyunca ölçülen kritik L değeri 78.51 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, minimal işlem görmüş ve sıralı delikler açılmış PE film ile kaplı karnabaharın raf ömrünün diğer uygulamalara göre 1.5-3 kat daha uzun olduğunu göstermiştir. Düşük depolama sıcaklığı karnabaharın raf ömrünü uzatmıştır. Minimal işlem görmüş karnabaharlardan en uzun raf ömrü 0 °C de sıralı delikler açılmış PE film ile ambalajlı ürünlerde 54.22 gün olarak bulunurken, en kısa raf ömrü ortam sıcaklığında sıralı delikler açılmamış PE film ile ambalajlı karnabaharda 1.84 gün olarak bulunmuştur.

Esturk ve ark. (2014), etilen tutucu katkı içeren ve içermeyen LDPE ambalajlarda muhafaza edilen brokolide kalite özelliklerinin belirlendiği çalışmada,

etilen tutucu içermeyen ambalajlarda etilen miktarı 20. günün sonunda 61.77 ppm düzeyine çıkarken, etilen tutucu içeren ambalajlarda bu oran 0.33 ppm olarak tespit edilmiştir. Etilen tutucu katkı içeren ve içermeyen ambalajlarda, karbondioksit gazı oranları depolamanın ilk 5 gününde hızlı bir artış göstermiş ve ilerleyen süreçte daha sabit bir seyir izlemiştir. Oksijen gazı, etilen tutucu katkı içermeyen ambalajlarda 5. günde %1'in altına düşmüş ve anerobik fermentasyon riski nedeniyle raf ömrü süreci 5 günle sınırlı kalmıştır. Etilen tutucu içeren LDPE ambalajlardaki brokoli örneklerinde ise oksijen gazı miktarı depolamanın ilk 5 gününde hızlı bir düşüş göstermiş (%5 O₂) ve geri kalan depolama sürecinde %2 seviyesinin üzerinde aerobik bir seyir izlemiştir. Bunun yanında duyuşsal nitelikler (renk, tat, tekstür) açısından da etilen tutucu katkı içeren torbalardaki brokoli 20 gün boyunca kabul edilebilir sınır üzerinde bulunmuş ve raf ömrü 20 gün olarak tespit edilmiştir.

Taze karnabahar kafalarında sürekli ışığa maruz kalmanın ($24 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) esmerleşme enzim aktivitesine ve toplam fenol içeriğine etkileri 7 °C'de 7 gün süresince depolanan örneklerde incelenmiş ve depolama sonunda karanlıkta kalan örneklerle kıyasla ışığa maruz kalan örneklerde polifenol oksidaz aktivitesinin %26, peroksidaz aktivitesinin %16 engellendiği ve esmerleşme indeksinin %33 azaldığı bildirilmiştir. Işığa maruz kalma ayrıca karanlığa kıyasla fenilalanin amonyak liyaz aktivitesini 1, 3 ve 5 günlük depolama sonrasında sırasıyla %43, 35 ve 20 arttırarak 7 günlük depolama sonunda toplam fenol içeriğinde toplam % 41'lik bir artışa neden olmuştur. Her iki durumda da C vitamini bozulması görülse de ışığa maruz kalma C vitamini içeriğini %30 daha iyi korumuştur. Bununla birlikte ışığa maruz kalma taze ağırlık kaybını hızlandırmış ve depolama sonunda %1.8'lik bir kayıp gözlenmiştir (Zhan ve ark., 2014).

Bono ve Badalucco, (2014) modifiye atmosferde depolanan domatesler üzerinde yaptıkları çalışmada, 14 gün süreyle 20 °C'de MAP koşullarında depolanan domateslerin lezzet ve tekstürlerinin kontrol örneklerine göre daha iyi korunduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan karnabahar taları Antakya halinden, kasım ayında temin edilmiştir. Toplamda 75 kg alınan karnabaharlarda çalışmalar 2 paralelde yürütülmüştür. Bu çalışmada kullanılan 2 farklı malzemenin özellikleri izelge 3.1.'de verilmiştir. Ambalaj materyali olarak Polinas Plastik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den (Manisa, Türkiye) temin edilen oksijen geçirgenlik hızı (OTR) 3000 ml m⁻² gün⁻¹ (23°C ve 0% bağıl nemde) ve su buharı geçirgenlik hızı (WVTR) 7.5 g m⁻² gün⁻¹ (38°C ve 90% RH'de) olan 35 mikrometre kalınlığında dökme polipropilen (CPP: C11) ve OTR 4100 ml m⁻² gün⁻¹ (23°C ve 0% oransal nemde) ve WVTR 11 g m⁻² gün⁻¹ (38°C ve %90 oransal nemde) olan 35 mikrometre kalınlığında dökme polipropilen (CPP: C11R) ve 370 mm eninde iki bobin kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Kullanılan ambalaj malzemelerinin kalınlık, OTR ve WVTR değerleri

Ambalaj Malzemesi	Kalınlık (mikrometre)	OTR ml m ⁻² gün ⁻¹	WVTR g m ⁻² gün ⁻¹
CPP (C11)	35	3000	7.5
CPP (C11R)	35	4100	11

CPP (C11 ve C11R) ambalaj malzemeleri 25×30 cm boyutlarında kesilmiş ve torba kaynak makinesi (MEC, Taiwan) ile üç tarafı ısıtılarak kapatılmıştır. Her bir film için optimum ısıtma sıcaklıkları ön denemelerle belirlenmiştir. Burada kriter olarak torba ambalajın sızdırmazlığı esas alınmıştır. Ambalaj sızdırmazlığı için görsel test metodu ve boya penetrasyon testi uygulanmıştır.

Hazırlanan torba ambalajlar %96'lık etil alkole daldırılarak iç yüzeyi dezenfekte edilmiş ve 30°C sıcaklık uygulanarak kurutulmuştur. Etil alkol ile dezenfeksiyonun etkinliği ambalaj iç yüzeylerinde swab testi ile toplam bakteri sayısına bakılarak belirlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Karnabahar Taç Örneklerinin Hazırlanması ve Ambalajlanması

Tekdüze boyut ve görünümüne sahip kusur içermeyen karnabahar taçları bıçakla segmentlerine ayrılarak bol suyla yıkanmış ve salata kurutucu ile kurutulmuştur. Karnabahar taç segmentlerinin ambalajlanmasında üçlü gaz mikseri (KM60-3, Witt, Almanya) ile kombine edilen tek odalı ambalajlama makinesi (Şekil 3.1.) (Reepack rv 300, İtalya) kullanılmıştır. Önceden hazırlanan ve dezenfekte edilen torba ambalajlar içine karnabahar taç segmentleri 300 g olacak şekilde yerleştirilmiştir. Etilen tutucu kullanılan uygulamalarda Sedef Endüstriyel Ürünler Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.'den (İstanbul, Türkiye) temin edilen Ever Fresh etilen tutucu saşeler kullanılmıştır. Çalışmada karnabahar 2 farklı CPP ambalaj ile hava atmosferi (pasif MAP: %21 O₂ ve %79 N₂), etilen tutucu içeren hava atmosferi, modifiye atmosfer (MA: %10 CO₂, %10 O₂ ve %80 N₂) ve etilen tutucu içeren MA (%10 CO₂, %10 O₂ ve %80 N₂) altında ambalajlandıktan sonra 4±2 °C'de 20 gün muhafaza edilmiştir. Karnabahar örneklerinde 0, 2, 5, 10, 15 ve 20. günlerde fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Açık tabaklara konulan örnekler kontrol olarak kullanılmıştır. Çalışma iki paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Tepe Boşluğu Gaz Analizi

Ambalaj tepe boşluğundaki (MAP uygulanan ambalajlarda) %O₂, %CO₂ ve etilen (ppm) oranları ambalaj açılmadan film yüzeyine yapıştırılan septumdan gaz analizörüne (Şekil 3.2.) (PBI Dansensor, Ringsted, Danimarka) ve etilen analizörüne (ICA56, International Controlled Atmosphere Ltd, Kent, İngiltere) bağlı bir iğneyle ölçüm yapılmıştır. Gaz analizörü her ölçüm öncesinde hava ile kalibre edilmiştir. Her bir uygulama için her torbada 1 ölçüm yapılmış ve toplam 2 ölçümün ortalaması alınmıştır. Gaz ölçümü tamamlandıktan hemen sonra torbalar açılmış ve brokoli fiziksel ve kimyasal ve duyusal analizler için kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Tek odalı ambalajlama makinesi (Reepack rv 300, İtalya)



Şekil 3.2. Gaz analiz cihazı (PBI Dansensor, Ringsted, Danimarka)

3.2.3. Fiziksel Analizler

3.2.3.1. Renk Analizi

Karnabahar örneklerinin yüzey rengi Minolta (Şekil 3.3.)(CR-400, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı CIE L*a*b* ölçeği kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümden önce cihaz illuminant C'ye ayarlanmış ve standart beyaz yansıtıcı levha kullanılarak kalibre edilmiştir. Belirlenen analiz günlerinde L*, a* ve b* değerleri her bir uygulama için 2 ambalajdan alınan karnabahar segmentlerinden (her bir ambalaj için 10 segment) 20 ölçüm yapılmış ve ortalaması hesaplanmıştır. Ölçülen L*, a* ve b* değerlerinden beyazlık indeks değeri (WI) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Beyazlık İndeksi (WI)} = 100 - \left[(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2} \right]^{0.5}$$

L*: parlaklık, a*: yeşil (-) / kırmızı (+), b*: sarı (-) / mavi (+)



Şekil 3.3. Renk ölçüm cihazı (Minolta CR-400, Osaka, Japonya)

3.2.3.2. Tekstür (Doku) Analizi

Tekstür ölçüm cihazı (Şekil 3.4.) (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, Surrey, İngiltere) ile Guillotine bıçak seti kullanılarak tekstür analizi yapılmıştır. Analizde her uygulama için her bir ambalajdan 10 tane yaklaşık 5 mm çapında karnabahar sapı

alınarak ölçüm yapılmış ve uygulanan maksimum kuvvet (N) ölçülmüştür. Her bir uygulama için 2 paralel torbadan yapılan 20 ölçümün aritmetik ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.4. Tekstür ölçüm cihazı (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, Surrey, İngiltere)

3.2.4. Kimyasal Analizler

3.2.4.1. Nem Tayini

Karnabahar taç örneklerinde nem tayini AOAC (2000) metoduna göre 5 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Kurutma kapları $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saat kurutulup sabit tartıma getirilmiş ve desikatörde soğutulmuştur. Hassas terazide daraları alınan kaplara 5 g örnek konularak hassas terazide tartımı yapıldıktan sonra $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit kütle elde edilinceye kadar yaklaşık 18 saat kurutulmuş, desikatörde oda sıcaklığına getirilmiş ve tartılmıştır. Nem miktarı kütle yüzdesi olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{Nem Miktarı} = \frac{(m_o - m_1)}{m_o} \times 100 \quad (3.2.)$$

m_o : kurutma öncesi örnek kütlesi,(g)

m_1 : kurutma sonrası örnek kütlesi,(g)

3.2.4.2. Kütle Kaybı

Ambalajlanmamış  rnekler (kontrol grubu) ve ambalajlanmış örneklerin kütle kaybı sırasıyla 0., 2., 5., 10., 15. ve 20. günlerde yapılan tartımlar sonucunda belirlenmiştir. Kütle kaybı % olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.3. pH Tayini

10 g karnabahar ta  rneği 90 ml saf su ile karıştırılarak homojenize (Heidolph SilentCrusher M, Almanya) edilmiştir. Karışımın pH değeri WTW-315i pH metre (Weilheim, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. pH metre kullanılmadan önce uygun tampon   zeltiiler (pH 4.0 ve pH 7.0) ile kalibre edilmiştir. Her analiz gününde her bir uygulama için 2 torbadan alınan 2'şer örnekte toplam 4 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.2.4.4. Toplam Asitlik Tayini (% Malik Asit)

Toplam asitlik tayini potansiyometrik olarak ayarlı 0.1 N NaOH   zeltisi ile pH 8.1'e kadar titre edilerek belirlenmiştir. Örneklerin toplam asitlik değeri malik asit cinsinden % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

$$\text{Titrasyon asitliği (\% malik asit)} = \frac{V1 \cdot N \cdot K}{V2} \cdot 100 \quad (3.3.)$$

V1= harcanan NaOH miktarı (ml)

V2= alınan örnek miktarı (ml)

K= asitliğin ifade edileceği organik asit miliekivalen değeri (malik asit: 0.064)

N= NaOH'in kesin normalitesi

3.2.4.5. Suda   z n r Kuru Madde Tayini

Blender ile homojenize edilen karnabahar tülbentten geçirildikten sonra elde edilen s z nt den bir damla alınarak suda çözünen kuru madde miktarı Atago Pal-1 el refraktometresi (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile  Briks değeri olarak oda sıcaklığında tespit edilmiştir (AOAC, 2000).

3.2.4.6. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu (Singleton ve Rossi, 1965) ile standart olarak hazırlanan gallik asit çözeltisi kullanılarak hesaplanmıştır. UV spektrofotometre (UV-160A, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile 765 nm’de absorbans değerleri okunmuş ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (1 kg taze karnabahar taılarındaki mg gallik asit) olarak ifade edilmiştir.

3.2.5. Duyusal Analizler

Depolama süresince karnabahar örneklerinin duyusal değeriendirmesi 10 kişilik panelist gurubu ile yapılmıştır. Panelistlerden genel görünüş, koku, renk, tat, tekstür ve genel ürün beğenisini değeriendirmeleri istenmiştir. Genel görünüş, koku, renk, tat ve tekstür sırasıyla řu şekilde kategorize edilmiştir: 1=soluk/bayat, 5=kabul edilebilir, 9=taze; 1=güçlü kötü koku, 5=kabul edilebilir/hafif kötü koku, 9=kendine has koku; 1=ciddi düzeyde kahverengi, 5=kabul edilebilir, 9= beyaz tekdüze renk; 1=bozuk tat, 5=kabul edilebilir, 9=normal/tipik tat; 1=gevşek/yumuşak doku, 5=kabul edilebilir, 9=sert/sıkı tipik doku. Ürünün genel kabul edilebilirliğı 9 noktalı hedonik (beğeni) ölçekte değeriendirilmiştir (EK 1). Burada 9=çok beğendim ve 1=hiç beğenmedim olarak alınmıştır.

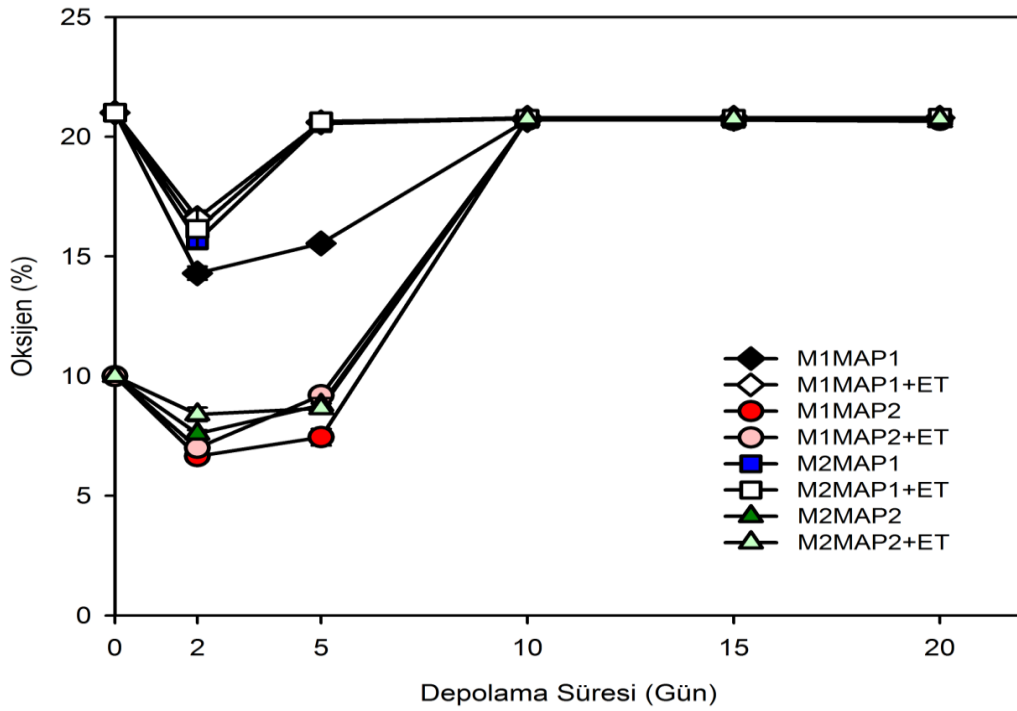
3.2.6. İstatiksel Analizler

Tüm deneysel uygulamalar 2 tekrarlı yapılmıştır. Gaz karışımı ve konsantrasyonu, ambalaj materyali, etilen tutucu ve depolama süresi aralarındaki etkileşimlerin ürünün, fiziksel, kimyasal, ve duyusal özellikleri üzerine etkileri varyans analizleri (ANOVA) ve %95 önem seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testleri uygulanarak SAS (Sürüm 8.02, SAS Institute, Cary, NC, ABD) istatistik programı ile incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Tepe Boşluğu Gaz Bileşimi

Araştırmada tepe boşluğundaki %O₂ gaz oranının 20 günlük depolama boyunca değişimi Şekil 4.1.'de verilmiştir. Gaz ölçüm değerlendirmesi ambalajlı tüm örnekler için yapılmıştır. M1 (CPP: C11) ve M2 (CPP: C11R)'nin hava atmosferi ve modifiye atmosfer uygulamalarında O₂ oranı MAP1 için %21 ve MAP2 için %10 ile başlamıştır.



Şekil 4.1.Farklı ambalaj materyali ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabahar taçlarının depolama süresince ölçülen oksijen oranları (%).
(M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂, %79 N₂, MAP2: %10 O₂, %10 CO₂, %80 N₂, ET: Etilen Tutucu)

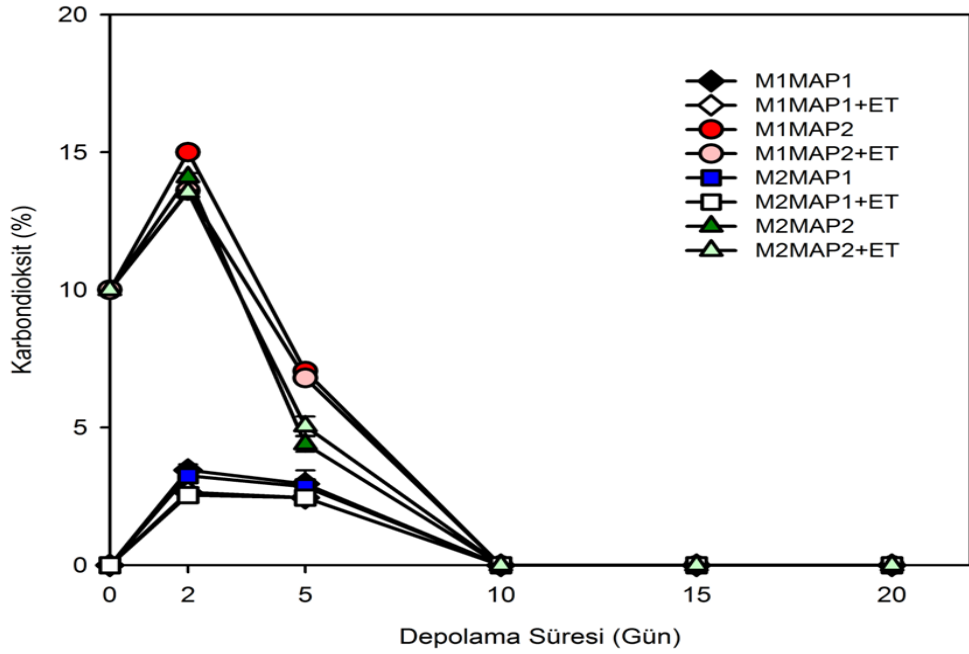
Depolamanın ilk 2 gününde tüm örnek gruplarında O₂ seviyesi hızlı bir şekilde azalma göstermiştir. MAP1 uygulamalarında O₂ seviyesi depolamanın 2. gününde %14.4-16.6 aralığında değerler alırken 5. günden itibaren O₂ seviyesi artış göstermiştir. M1MAP1 uygulamasında O₂ oranı %15.6 seviyesine ulaşırken diğer MAP1 uygulamalarında O₂ oranı %20.6-20.7 düzeyinde değerler almıştır. Oksijen oranı 10. günden itibaren dengeye ulaşmış ve depolamanın sonuna kadar %20.8 düzeyinde sabit kalmıştır. MAP2 uygulamalarında ise O₂ oranı depolamanın 2. gününde azalarak %6.7-

8.4 aralığında değerler almıştır. Depolamanın 5. gününde O₂ oranı hafif bir artış gösterirken 10. günden itibaren ambalaj içi O₂ oranı dengeye ulaşmış ve depolamanın sonuna kadar %20.8 düzeyinde sabit kalmıştır.

Depolamanın 2. gününde daha yüksek oksijen geçirgenlik oranına (OTR) sahip olan M2 ile ambalajlanan örneklerin O₂ oranının M1 ile ambalajlanan örneklerle göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde depolamanın 2. ve 5. günlerinde etilen tutucu kullanılan uygulamaların O₂ oranının etilen tutucu kullanılmayan uygulamalara göre daha yüksek değerler aldığı gözlenmiştir. Bu bilgilere dayanarak etilen tutucuların, olgunluk üzerinde etkili olan etileni ortamdan uzaklaştırılarak solunum hızını yavaşlattığını ve ürünün ortamdaki O₂'yi kullanma oranını azalttığı sonucuna varabiliriz.

Tepe boşluğundaki %CO₂ gaz oranının 20 günlük depolama boyunca değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Başlangıçta CO₂ içermeyen MAP1 uygulamalarında CO₂ oranı ilk 2 günde artış göstererek %2.6-3.5 arasında değerler alırken depolamanın 5. gününde azalmaya başlamıştır. Başlangıçta ambalajlarda oksijenin varlığı düşünöldüğünde ilk 2 gündeki CO₂ artışının sebebi solunum ve mikrobiyal faaliyetlerle ilişkilendirilebilir. Başlangıçta %10 CO₂ içeren MAP2 uygulamalarında CO₂ oranı ilk 2 günde %13.6-15.0 seviyesine yükselirken depolamanın 5. gününde azalarak %4.4-7.1 seviyesine düşmüştür. M1 ve M2'nin MAP2 uygulamalarındaki CO₂ oranındaki azalma, MAP1 uygulamalarına göre daha hızlı gerçekleşmiştir. Depolamanın 2. ve 5. günlerinde etilen tutucu kullanılan uygulamalarda CO₂ oranının etilen tutucu kullanılmayan uygulamalara göre düşük değerler aldığı gözlenmiştir. 10. günün sonunda tüm örnek gruplarında CO₂ seviyesi %0.0 olup bu değer depolama süresi boyunca devam etmiştir (Şekil 4.2.).

Tamari ve ark. (1995), farklı ambalaj filmlerinde ambalajlanan karnabaharla yaptıkları soğuk depolama çalışmasında başlangıç tepe boşluğu oranları 15–17% O₂ ve 1.5–3% CO₂'dir. Soğuk depolama sonunda uygulamalar arasında O₂ seviyesi önemli fark oluşturmazken, en düşük CO₂ seviyesi PVC kaplı ambalajda görölmüş, en yüksek CO₂ oranları ise LDPE 20 ve LDPE 15 kaplı filmlerde görölmüştür.



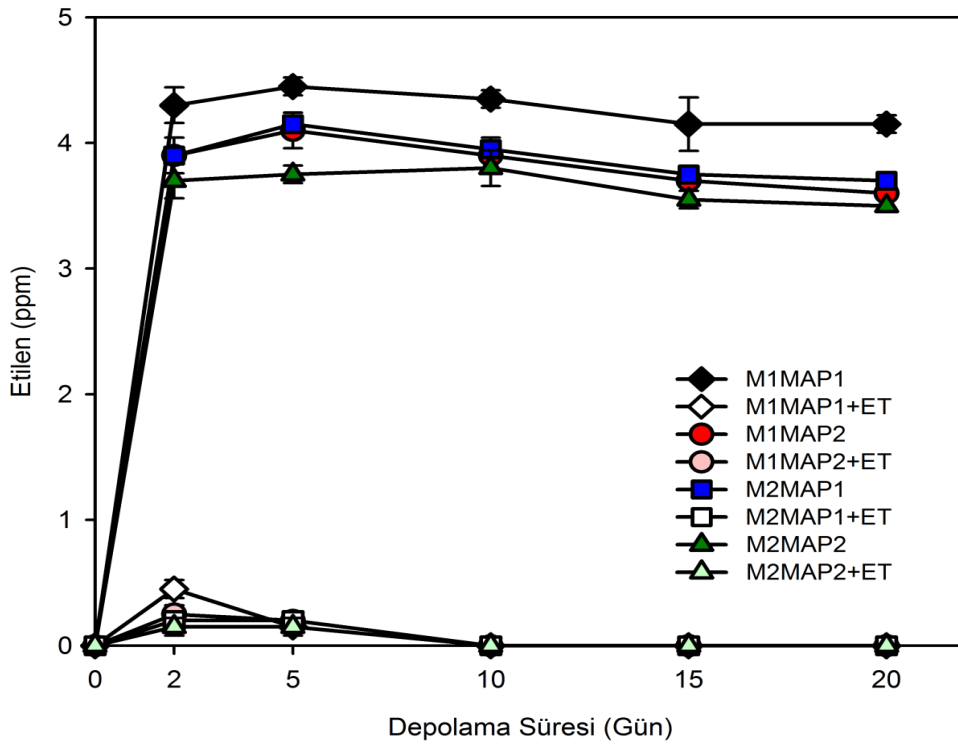
Şekil 4.2.Farklı ambalaj materyali ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabahar taçlarının depolama süresince ölçülen karbondioksit oranları (%).
(M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂, %79 N₂, MAP2: %10 O₂, %10 CO₂, %80 N₂, ET: Etilen Tutucu)

Nobile ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada depolama öncesi gaz kompozisyonları değerleri 17.8% O₂ ve 3.3% CO₂ olan karnabaharların 4±1 °C’de depolama sonunda PP7 filmle ambalajlanan karnabaharhalarda O₂ seviyesi ilk 4 günde yavaş azalarak 4. günün sonunda yaklaşık %12 seviyesindeyken, CO₂ seviyesi %12-13 düzeylerine ulaşmıştır.

Tepe boşluğundaki etilen konsantrasyonunun 20 günlük depolama süresince değişimi Şekil 4.3.’te verilmiştir. Etilen tutucu içermeyen uygulamalarda etilen miktarı hızla artış göstermiş ve depolamanın 2. gününde 3.7-4.3 ppm aralığında değerlere ulaşmıştır. Depolamanın 5. gününde etilen 3.8-4.5 ppm aralığında en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşılmıştır. Depolamanın 10 gününde hafif bir azalma gösteren etilen düzeyi depolamanın ilerleyen günlerinde fazla değişim göstermemiştir. Etilen tutucu kullanılan ambalajlarda ise depolamanın 2. gününde etilen düzeyi hafif bir artış göstererek 0.2-0.5 ppm’ye yükseldikten sonra 5. günde 0.2 ppm düzeyinde kalmıştır. Depolamanın ilerleyen günlerinde etilen seviyesi azalarak 10. günde 0.0 ppm düzeyine inmiş ve depolama süresi boyunca bu değer değişmemiştir. Etilen seviyesinin

daha yüksek gaz geçirgenliğine sahip M2 ile ambalajlanan örneklerde M1 ile ambalajlanan örneklerle göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Etilen tutucu şaşeler ambalaj içinde etileni adsorbe ederek etkin bir şekilde etileni uzaklaştırmışlar ve etilen konsantrasyonunun yükselmesini önlemiştir.

Benzer sonuçlar Esturk ve ark. (2014), etilen tutucu katkı içeren ve içermeyen LDPE ambalajlarda muhafaza edilen brokoli ürünlerinde kalite özellikleri üzerinde yaptıkları çalışmada, etilen tutucu içermeyen ambalajlarda etilen miktarı 20. günün sonunda 61.77 ppm düzeyine çıkarken, etilen tutucu içeren ambalajlarda bu oran 0.33 ppm olarak tespit edilmiştir. Etilen tutucu katkı içeren ve içermeyen ambalajlarda, karbondioksit gazı oranları depolamanın ilk 5 gününde hızlı bir artış göstermiş ve ilerleyen süreçte daha sabit bir seyir izlemiştir.



Şekil 4.3.Farklı ambalaj materyali ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabahar taçlarının depolama süresince ölçülen etilen oranları (ppm).
(M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂, %79 N₂, MAP2: %10 O₂, %10 CO₂, %80 N₂, ET: Etilen Tutucu)

4.2. Fiziksel Analizler

4.2.1. Renk

Farklı ambalaj malzemesi ve farklı atmosferde ambalajlanan karnabaharlarda depolama süresince renk değişimi Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Ambalaj materyali, atmosfer, etilen tutucu kullanımı ve depolama süresi ile bu faktörlerin etkileşimlerinin L^* , a^* , b^* ve WI değerleri üzerindeki etkileri Çizelge 4.2.'de görülmektedir.

L^* değeri ile ifade edilen ürün parlaklığı başlangıçta 83.43 iken tüm uygulamalarda depolama sonunda başlangıç değerine göre L^* değerinde bir azalma görülmüştür. L^* değerinin azalması örneklerin parlaklığının azalmasını, yani esmerleştiğini göstermektedir. Hem ısıtma ve hem de depolama sırasında, ürünlerde oluşan esmerleşmenin belirlenmesinde L^* değerindeki azalışın dikkate alınması ve bu değer meyve ve sebzelerde esmerleşme indeksi olarak kullanılması önerilmektedir (Lozano ve Ibarz, 1997; Ayan, 2010). Kontrol grubu için depolama süresi boyunca istatistiksel açıdan bir fark oluşmazken, diğer uygulamalarda L^* değerinde depolama gününe bağlı olarak istatistiksel fark gözlenmiştir. L^* değerindeki en büyük değişim M1MAP1+ET grubunda gözlenerek parlaklık kaybı en çok bu grupta gerçekleşmiştir. M1MAP1+ET uygulaması dışında kalan etilen tutucu içeren uygulamalarda etilen tutucu içermeyen uygulamalara göre L^* değerinde daha az azalma görülmüştür. MAP2 atmosferi MAP1'e göre L^* değerini daha iyi korumuştur. Ambalaj malzemesi, atmosfer, etilen tutucu kullanımı ve depolama süresi gibi faktörler ve ikili-üçlü etkileşimlerinin L^* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu Çizelge 4.2.'de görülmektedir ($P \leq 0,05$). Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve ambalaj malzemesi×depolama süresi, atmosfer×depolama süresi, etilen tutucu×depolama süresi, ambalaj malzemesi×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin L^* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0,05$).

Çizelge 4.1. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince renk parametrelerinin değişimi.

L*						
Uygulama	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	83.43 ± 1.24Aa	82.59 ± 1.51ABab	82.58 ± 1.32Aab	81.99 ± 0.93ABb	82.72 ± 1.28Aab	82.39 ± 1.14Ab
M1MAP1	83.43 ± 1.24Aa	81.18 ± 0.97Cc	82.25 ± 1.98ABCb	81.58 ± 1.54ABbc	81.81 ± 1.55ABbc	79.70 ± 1.29Dd
M1MAP1+ET	83.43 ± 1.24Aa	81.72 ± 0.80BCb	82.21 ± 1.64ABCb	80.09 ± 1.06CDc	79.93 ± 1.73Cc	78.35 ± 1.81Dd
M1MAP2	83.43 ± 1.24Aa	81.45 ± 1.24Cb	82.34 ± 1.80ABb	79.89 ± 1.45Dc	79.88 ± 1.95Cc	78.61 ± 1.45Dd
M1MAP2+ET	83.43 ± 1.24Aa	81.42 ± 1.96Cb	81.69 ± 1.50ABCb	80.94 ± 1.42BCb	80.81 ± 1.26BCb	81.23 ± 1.37BCb
M2MAP1	83.43 ± 1.24Aa	81.95 ± 1.28BCb	82.15 ± 0.98ABCb	82.39 ± 1.49Ab	80.64 ± 1.60Cc	79.24 ± 1.31DEd
M2MAP1+ET	83.43 ± 1.24Aa	81.52 ± 1.64Cb	81.93 ± 1.37ABCb	82.26 ± 1.69ABb	82.30 ± 1.15Ab	82.14 ± 1.23ABb
M2MAP2	83.43 ± 1.24Aa	83.08 ± 1.22Aa	81.27 ± 1.28Cb	81.67 ± 2.15ABb	81.69 ± 1.62ABb	80.90 ± 1.80Cb
M2MAP2+ET	83.43 ± 1.24Aa	81.05 ± 1.70Cb	81.40 ± 1.07BCb	81.50 ± 1.57ABb	81.72 ± 1.13ABb	81.46 ± 1.42ABCb
a*						
Kontrol	-1.42 ± 0.24Ae	-0.91 ± 0.27Ad	-0.48 ± 0.37Ac	-0.09 ± 0.40Ab	1.32 ± 0.37Aa	1.35 ± 0.48Aa
M1MAP1	-1.42 ± 0.24Acd	-1.52 ± 0.31Dd	-1.46 ± 0.27Cd	-1.27 ± 0.29Bbc	-1.11 ± 0.22Bb	-0.80 ± 0.32Ba
M1MAP1+ET	-1.42 ± 0.24Ab	-1.24 ± 0.22Ba	-1.24 ± 0.29Ba	-1.18 ± 0.19Ba	-1.12 ± 0.18Ba	-1.13 ± 0.38Ca
M1MAP2	-1.42 ± 0.24Ac	-1.29 ± 0.18BCbc	-1.22 ± 0.29Bab	-1.20 ± 0.21Bab	-1.10 ± 0.12Ba	-1.12 ± 0.22Ca
M1MAP2+ET	-1.42 ± 0.24Ac	-1.32 ± 0.30BCc	-1.30 ± 0.22Bbc	-1.16 ± 0.09Bab	-1.13 ± 0.14Ba	-1.14 ± 0.33Ca
M2MAP1	-1.42 ± 0.24Ac	-1.29 ± 0.19BCb	-1.22 ± 0.24Bab	-1.14 ± 0.05Ba	-1.11 ± 0.11Ba	-1.13 ± 0.22Ca
M2MAP1+ET	-1.42 ± 0.24Ab	-1.44 ± 0.22CDb	-1.48 ± 0.16Cb	-1.17 ± 0.13Ba	-1.11 ± 0.14Ba	-1.11 ± 0.29Ca
M2MAP2	-1.42 ± 0.24Ab	-1.36 ± 0.12BCb	-1.28 ± 0.11Ba	-1.23 ± 0.07Ba	-1.25 ± 0.08Ca	-1.23 ± 0.11Ca
M2MAP2+ET	-1.42 ± 0.24Ac	-1.39 ± 0.10BCDc	-1.34 ± 0.10BCbc	-1.27 ± 0.07Bab	-1.28 ± 0.13Cab	-1.19 ± 0.17Ca

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.1. (Devamı) Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince renk parametrelerinin değişimi.

b*						
Uygulama	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	15.72 ± 1.31Ad	16.74 ± 1.67ABCc	19.43 ± 2.12Aa	19.03 ± 1.39Aab	18.15 ± 1.72Ab	18.30 ± 1.03Ab
M1MAP1	15.72 ± 1.31Ab	17.06 ± 1.69ABa	17.02 ± 1.50BCa	17.12 ± 1.30Ca	15.13 ± 1.69BCDb	13.49 ± 2.19Cc
M1MAP1+ET	15.72 ± 1.31Acd	16.36 ± 1.11ABCbc	16.80 ± 1.32BCab	17.50 ± 1.28BCa	15.50 ± 1.04BCd	13.62 ± 1.40Ce
M1MAP2	15.72 ± 1.31Ab	16.06 ± 2.57ABCb	16.35 ± 1.91Cb	17.73 ± 1.59BCa	14.23 ± 1.72Dc	13.51 ± 1.68Cc
M1MAP2+ET	15.72 ± 1.31Ab	15.55 ± 1.80Cb	16.13 ± 2.25Cb	18.03 ± 2.13ABCa	14.09 ± 1.71Dc	15.25 ± 2.02Bbc
M2MAP1	15.72 ± 1.31Abc	15.77 ± 1.23BCbc	16.63 ± 1.25BCab	17.57 ± 1.31BCa	14.96 ± 0.88CDcd	14.11 ± 2.54BCd
M2MAP1+ET	15.72 ± 1.31Ab	17.35 ± 2.19Aa	17.60 ± 1.49Ba	18.17 ± 1.39ABCa	15.63 ± 1.80BCb	14.99 ± 1.19Bb
M2MAP2	15.72 ± 1.31Acd	16.85 ± 1.84ABCb	16.93 ± 0.93BCb	17.94 ± 1.62BCa	16.19 ± 1.27Bbc	14.94 ± 1.99Bd
M2MAP2+ET	15.72 ± 1.31Abc	15.94 ± 1.98BCbc	16.29 ± 1.33Cb	18.37 ± 1.67ABa	15.59 ± 1.92BCbc	15.00 ± 1.50Bc
WI						
Kontrol	77.08 ± 1.18Aa	75.78 ± 1.66Ab	73.88 ± 2.20Bcd	73.78 ± 1.31BCDd	74.87 ± 1.68Cbc	74.55 ± 1.28Dcd
M1MAP1	77.08 ± 1.18Aa	74.51 ± 1.25Bd	75.28 ± 1.22Acd	74.81 ± 1.80Acd	76.25 ± 1.33ABab	75.52 ± 1.39BCbc
M1MAP1+ET	77.08 ± 1.18Aa	75.42 ± 1.03ABb	75.46 ± 1.60Ab	73.44 ± 1.20CDd	74.58 ± 1.57Cc	74.33 ± 1.27Dc
M1MAP2	77.08 ± 1.18Aa	75.34 ± 1.81ABbc	75.83 ± 1.82Ab	73.12 ± 1.47Dd	75.23 ± 1.22BCbc	74.61 ± 1.32Dc
M1MAP2+ET	77.08 ± 1.18Aa	75.67 ± 2.03ABb	75.49 ± 1.96Ab	73.67 ± 1.73BCDc	76.14 ± 1.80ABab	75.70 ± 1.31BCb
M2MAP1	77.08 ± 1.18Aa	75.98 ± 1.49Ab	75.54 ± 1.07Abc	75.05 ± 1.20Abc	75.48 ± 1.38ABCbc	74.78 ± 1.85CDc
M2MAP1+ET	77.08 ± 1.18Aa	74.57 ± 2.32Bb	74.70 ± 1.55ABb	74.51 ± 1.06ABb	76.28 ± 0.86Aa	76.63 ± 1.22Aa
M2MAP2	77.08 ± 1.18Aa	76.04 ± 1.76Ab	74.70 ± 1.29ABcd	74.23 ± 1.62ABCd	75.48 ± 1.43ABCbc	75.60 ± 1.17BCbc
M2MAP2+ET	77.08 ± 1.18Aa	75.12 ± 1.50ABc	75.21 ± 1.30Abc	73.83 ± 1.14BCDd	75.90 ± 1.71ABbc	76.07 ± 1.39ABb

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.2. Renk parametrelerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).

Varyasyon kaynağı	L*	a*	b*	WI
PM	<.0001	0.0062	<.0001	0.0192
MAP	0.5497	0.1452	0.5877	0.9581
ETILEN	0.3635	0.2733	0.0966	0.7770
GUN	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PM*MAP	0.9203	0.0477	0.1175	0.2603
PM*ETILEN	0.2343	0.0589	0.4524	0.8216
PM*GUN	<.0001	0.1469	0.1256	0.0028
MAP*ETILEN	0.1934	0.8124	0.0408	0.0097
MAP*GUN	0.0011	0.0025	0.0019	0.0145
ETILEN*GUN	<.0001	0.4446	0.1616	0.0477
PM*MAP*ETILEN	<.0001	0.0639	0.0026	0.0157
PM*MAP*GUN	0.3199	0.2134	0.0309	0.9615
PM*ETILEN*GUN	0.0002	0.0002	0.5070	<.0001
MAP*ETILEN*GUN	0.0054	0.2220	0.2229	0.3523
PM*MAP*ETILEN*GUN	<.0001	0.0013	0.2674	<.0001

PM: Ambalaj malzemesi, MAP: Modifiye Atmosferde Paketleme, Etilen: Etilen tutucu, Gun: Depolama süresi

Karnabahar talarında yeşilliği ifade eden negatif a^* değeri başlangıçta -1.42 olarak ölçülmüştür. Kontrol uygulamasında a^* değeri depolama süresi boyunca sürekli artış göstererek 1.35 değerine ulaşırken diğer MAP uygulamalarında daha düşük düzeyde bir artış göstererek -0.80 ile -1.23 arasında değerlere ulaşmıştır. Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve ambalaj malzemesi×atmosfer, ambalaj malzemesi×depolama süresi, atmosfer×depolama süresi, ambalaj malzemesi×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin a^* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, izelge 4.2.).

Karnabahar talarında sarılığı ifade eden pozitif b^* değeri başlangıçta 15.72 olarak ölçülmüştür. Genel olarak tüm MAP uygulamalarda depolamanın 10. gününe kadar b^* değerinde bir artış gözlenirken, depolamanın 10. gününden sonra b^* değerinde azalma gözlenmiştir. Kontrol uygulamasında ise b^* değeri 5. gün 19.43 değerine ulaştıktan sonra azalmaya başlamış ve depolama sonunda 18.30 olarak ölçülmüştür. MAP2 ve etilen tutucunun bir arada kullanıldığı uygulamalarda b^* değerinin daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve atmosfer×etilen tutucu, atmosfer×depolama süresi, ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin b^* değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, izelge 4.2.).

Kontrol uygulamasında olgunluğun hızla ilerlemesi ile renk değişimlerinde hızlı bir artış olduğu düşünölürken, MAP2 uygulamasında etilen üretimi bir miktar kısıtlanmış, olgunluğun daha yavaş ilerlemesi ile ürünün bozulması geciktirilmiştir. Karnabahar talarında beyazlık önemli bir parametre olduğu için beyazlık indeksi (WI) depolama süresince takip edilmiştir. WI değeri başlangıçta 77.08 iken genel olarak tüm uygulamalarda WI değeri inişli çıkışlı bir seyir izlemiş ve depolama sonunda $74.33-76.63$ arasında değerler almıştır. WI beyazlık indeksi değeri en iyi M2MAP1+ET ve M2MAP2+ET uygulanmalarında korunmuştur. Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve ambalaj malzemesi×depolama süresi, atmosfer×etilen tutucu, atmosfer×depolama süresi, etilen tutucu×depolama süresi, ambalaj malzemesi×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin WI değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit

edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.2.).

Benzer sonuçlar düşük sıcaklıkta HDPE ve LDPE ile filmle ambalajlanan karnabaharlar üzerinde yapılan çalışmada, depolama boyunca kontrol grubunda L^* parlaklık değeri azalırken, a^* yeşillik değeri artmıştır. 14 günlük depolama sonunda a^* yeşillik değeri tüm uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur (Dhall ve ark., 2010).

Aktif MAP uygulamasının karnabahar talarının olgunlaşmasını geciktirdiğı, bu sebeple de renk değışimi azalttığı yorumu yapılabilir. Kontrol uygulamalarında etilen üretimi ile olgunluğun daha hızlı artış göstermesine ve nem kaybına bağılı olarak renk değışiminin daha fazla olduğı görölmektedir.

4.2.2. Tekstür (Doku)

Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabahar örneklerinde depolama süresince tekstür (sertlik) değışimi Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Ambalaj materyali, atmosfer, etilen tutucu ve depolama süresi ile bu faktörlerin etkileşimlerinin sertlik ve sıklık değışimleri üzerindeki etkisi Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Karnabahar talarında 0. günde sertlik değeri 9.99 N'dir. Depolama süresi boyunca sertlik olarak ifade edilen kuvvet miktarı inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. Kontrol uygulamasında (ambalajlanmamış örnekler) ise depolamanın 2. gününde 6.43 değerine düşerken ilerleyen günlerde nem kaybına bağılı olarak artış göstermiş ve depolamanın 20. gününde 26.76 N değerine ulaşmıştır. Ambalaj atmosferi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve ambalaj malzemesi×depolama süresi, atmosfer×depolama süresi, etilen tutucu×depolama süresi, ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin tekstür değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğı tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 2).

Çizelge 4.3. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince toplam tekstür değişimi.

Uygulama	Sertlik (N)					
	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	9.99 ± 0.64Ad	6.43 ± 0.24De	16.17 ± 1.40Abc	14.23 ± 4.28Ac	17.35 ± 1.86Ab	26.76 ± 4.26Aa
M1MAP1	9.99 ± 0.64Aa	8.14 ± 0.80Cb	8.63 ± 1.16BCa	10.04 ± 2.43Bb	8.33 ± 1.09CDEb	8.16 ± 1.25Db
M1MAP1+ET	9.99 ± 0.64Aa	8.22 ± 1.02Cb	8.62 ± 1.19BCb	8.26 ± 1.16B	9.26 ± 1.23Cab	8.44 ± 1.32CDb
M1MAP2	9.99 ± 0.64Aab	8.98 ± 1.15ABCb	7.49 ± 1.34CDc	9.03 ± 0.73Bb	10.78 ± 1.08Ba	11.00 ± 2.14Ba
M1MAP2+ET	9.99 ± 0.64Aa	8.66 ± 1.73ABCb	8.50 ± 0.76BCb	8.58 ± 0.63Bb	8.70 ± 0.71CDb	9.26 ± 1.14BCDab
M2MAP1	9.99 ± 0.64Aa	8.36 ± 0.68BCb	9.00 ± 1.75Bab	8.39 ± 1.32Bb	7.14 ± 0.85Ec	9.92 ± 2.02BCDa
M2MAP1+ET	9.99 ± 0.64Aa	9.04 ± 1.45ABCb	8.34 ± 0.82BCDb	8.75 ± 1.03Bb	7.23 ± 0.63Ec	8.40 ± 0.79CDb
M2MAP2	9.99 ± 0.64Aa	9.66 ± 1.64Aa	7.23 ± 0.94Dc	8.92 ± 0.90Bab	7.91 ± 2.00DEbc	9.14 ± 1.36BCDab
M2MAP2+ET	9.99 ± 0.64Aa	9.47 ± 1.55ABa	9.19 ± 1.17Bab	8.15 ± 0.90Bb	8.21 ± 0.94CDEb	10.26 ± 1.32BCa

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.4. Tekstür parametresinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).

Varyasyon kaynağı	Sertlik
PM	0.4957
MAP	0.0008
ETILEN	0.8719
GUN	<.0001
PM*MAP	0.2658
PM*ETILEN	0.3028
PM*GUN	<.0001
MAP*ETILEN	0.5666
MAP*GUN	<.0001
ETILEN*GUN	0.0202
PM*MAP*ETILEN	0.0055
PM*MAP*GUN	0.4172
PM*ETILEN*GUN	0.4914
MAP*ETILEN*GUN	0.0013
PM*MAP*ETILEN*GUN	0.0024

PM: Ambalaj malzemesi, MAP: Modifiye Atmosferde Paketleme, Etilen: Etilen tutucu, Gun: Depolama süresi

Mitsuda ve ark. (1980) yaptıkları çalışmada karbondioksit ve oksijen karışımının ürünleri sertleştirdiğini ancak azot ve karbondioksitin ise yumuşattığını bildirmişlerdir. Ayrıca ürünün doku sertliğinde meydana gelen değişim genellikle üründeki nem miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Nem kaybı genellikle sertlik değerinin azalmasına yol açmaktadır. Yapılan bu çalışmada depolama süresinin sonunda en büyük kuvvet 26.76 N ile kontrol grubunda gözlenmiştir. Aynı ambalaj malzemesi göz önüne alınarak MAP1 ve MAP2 kendi aralarında kıyaslandığında depolama süresi sonunda MAP2 ile ambalajlanan ürünlere uygulanan sertlik değerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.3. Kimyasal Analizler

4.3.1. %Nem İçeriği

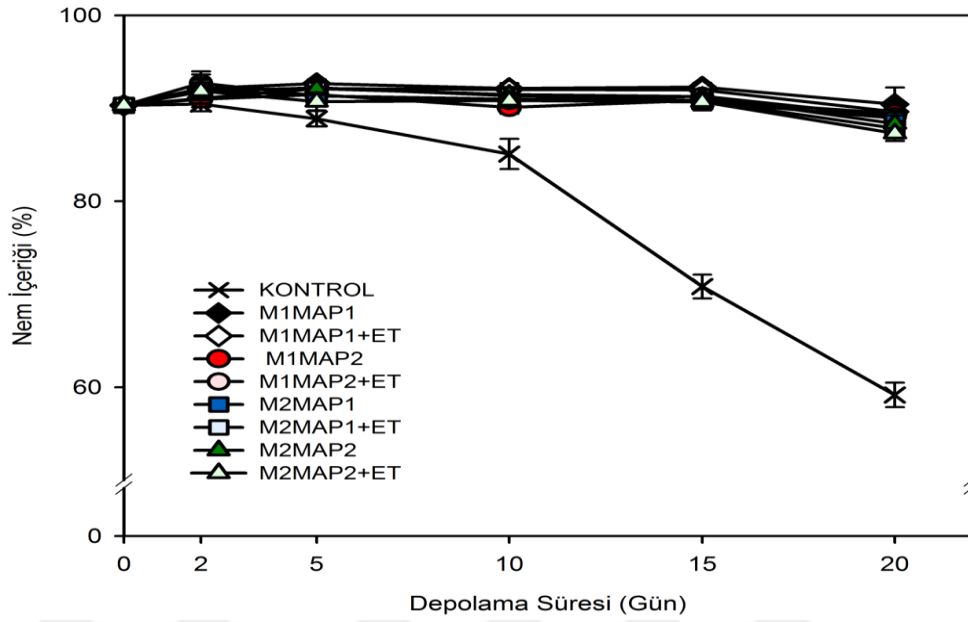
Ambalajlanmamış (kontrol) ve ambalajlanmış karnabaharlar örneklerinin depolama süresince nem oranı değişimi Şekil 4.4.'te verilmiştir. İlk gün yapılan nem analizinde karnabaharların nem içeriği % 90.31 bulunmuştur. Ambalajlanmış örneklerde nem oranları önemli bir değişim göstermezken ambalajlanmamış örneklerde özellikle depolamanın 10.gününden sonra hızlı bir şekilde devam eden sürekli bir nem kaybı görülmüştür. Depolamanın 20. gününde nem oranı kontrol uygulamasında %59.16 ölçülmüştür. Kontrol uygulamalarında nem kaybında yaşanan bu hızlı artışın nedeni

karnabaharda solunum sonucu CO₂ ile birlikte suyun, ürünün dokusundan uzaklaşmasıyla açıklanabilir.

Kadam ve ark. (2006), farklı ambalaj malzemeleriyle depolanan karnabaharların özellikleriyle ilgili yaptıkları çalışmada, oda sıcaklığında saklanan ve ambalajsız karnabaharların başlangıç nem oranı %6,29'dur. 6 aylık depolama süresi sonunda en yüksek nem içeriği 3 dk'lık %0,5 potasyum metabisülfitin (KMS) uygulandığı HDPE ambalajlarında kaydedilmiştir. Minimum nem içeriği ise 7-9 dk KMS uygulanan alüminyum folyoyla lamine edilmiş örneklerde görülmüştür.

4.3.2. Kütle Kaybı

Ambalaj materyalinin kütle kaybına olan etkisi Şekil 4.5.'te gösterilmiştir. Ambalaj uygulamaları arasında kütle kaybı bakımından bir fark bulunmamış ve kullanılan materyallerin üründe kütle kaybını önlediği görülmüştür. Daha yüksek su buharı geçirgenlik hızına sahip M2 materyalinde kütle kaybının M1'e kıyasla biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. Depolama sonunda M2 materyalinde kütle kaybı %1.06 düzeyinde gerçekleşirken M1 materyalinde kütle kaybı %0.92 düzeyinde gerçekleşmiştir. M2'de gerçekleşen kütle kaybının M1'den yüksek olmasının sebebi, M2'nin gaz geçirgenliğinin daha fazla olması sebebiyle, gaz alış verişinin dış ortamla daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Ancak kontrol grubu olarak adlandırılan ambalajsız karnabaharın toplam kütlesinin %68.63'ünü kaybettiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan M1 (C11) ve M2 (C11R) karnabaharda kütle kaybının kontrol edilmesinde oldukça etkili olmuştur.

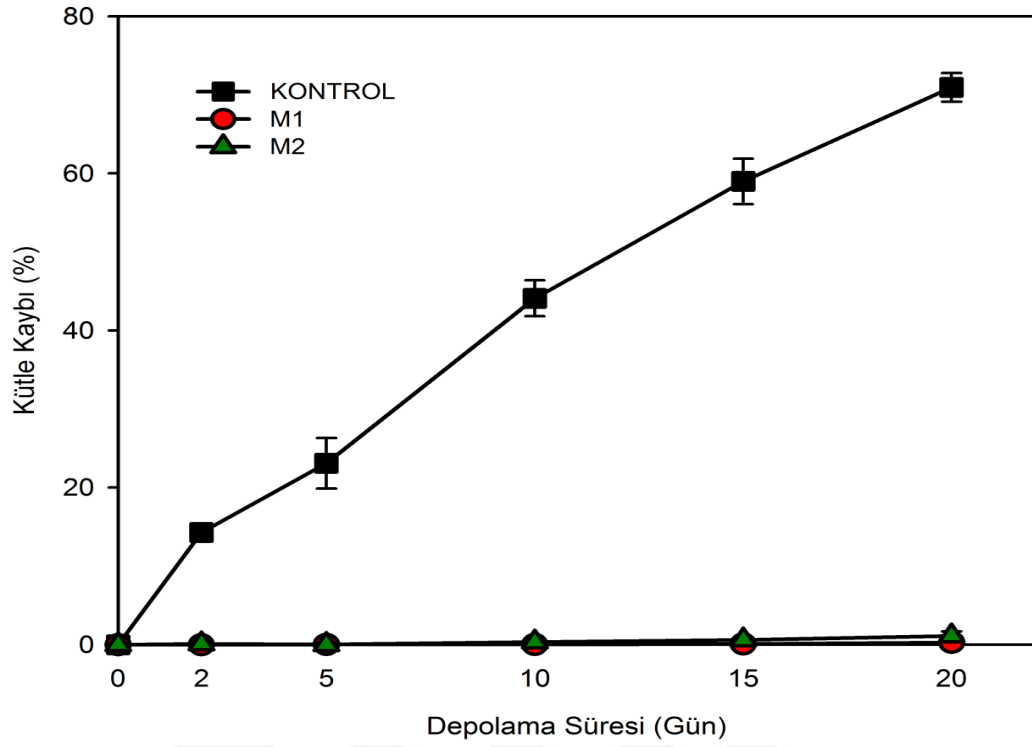


Şekil 4.4. Depolama süresince karnabahar talarının nem içerikleri (%).
(M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂, %79 N₂, MAP2: %10 O₂, %10 CO₂, %80 N₂,
ET: Etilen Tutucu

Dhall ve ark. (2010), düşük sıcaklıkta ($0\pm1^{\circ}\text{C}$ ve %90-95 bağıl nem) depolanan karnabaharlar üzerine yaptıkları çalışmada 21 günlük depolama sonunda ambalajsız kontrol grubunda %4.2 ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Benzer sonuçlar Nowacki ve ark. (1990) ile Menjura-Camacho ve Villamizar (2004)'ın karnabaharda yaptıkları çalışmalarda da bulunmuştur.

4.3.3. pH ve Titrasyon Asitliği (TA)

Farklı ambalaj malzemesi, atmosfer ve etilen tutucu kullanılarak ambalajlanan karnabaharların soğukta muhafazası sırasındaki pH ve titrasyon asitliği (TA) değerlerindeki değişimler Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Ambalaj materyali, atmosfer, etilen tutucu kullanımı ve depolama süresi ile bu faktörlerin etkileşimlerinin pH ve TA değerleri üzerindeki etkileri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.



Şekil 4.5. Depolama süresince karnabahar taçlarında kütle kaybı (%).
M1: C11, M2: C11R

Depolamanın başlangıcında 6.76 olarak ölçülen pH değeri depolama boyunca kontrol grubu hariç tüm gruplarda artış eğilimi göstermiştir. Aynı ambalaj malzemeleri göz önüne alınarak MAP1 ve MAP2 kendi arasında kıyaslandığında MAP1 uygulanan ürünlerin pH'sındaki yükseliş MAP2 uygulanan ürünlere göre daha fazla olmuştur. Kontrol grubundaki pH'nın düşme sebebi nem kaybına bağlı olarak konsantrasyonun artmasından kaynaklanmış olabilir.

Esturk ve ark. (2014), brokoli ile ilgili yaptıkları çalışmada, brokolinin pH'sı 0. günde yaklaşık 6.55 olarak bulunmuştur. Bu değer depolama boyunca hemen hemen aynı değerde kalmıştır. Ambalaj materyali, depolama süresi ve diğer etkileşimlerin brokolinin pH'sı üzerine önemli etkilerinin olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince pH ve TA değişimi.

Uygulama	pH					
	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	6.76 ± 0.02Aa	6.73 ± 0.11Bab	6.64 ± 0.08Cab	6.61 ± 0.12Ebc	6.42 ± 0.08Cd	6.50 ± 0.00Gcd
M1MAP1	6.76 ± 0.02Ad	6.92 ± 0.11Ab	6.77 ± 0.06Bcd	6.84 ± 0.04ABbcd	6.85 ± 0.05ABbc	7.02 ± 0.01Aa
M1MAP1+ET	6.76 ± 0.02Ab	6.76 ± 0.09Bb	6.75 ± 0.07Bb	6.79 ± 0.03BCDb	6.83 ± 0.02Bb	6.93 ± 0.02Ca
M1MAP2	6.76 ± 0.02Acd	6.71 ± 0.02Be	6.74 ± 0.01Bd	6.78 ± 0.02BCDc	6.83 ± 0.04Bb	6.89 ± 0.03DEa
M1MAP2+ET	6.76 ± 0.02Ac	6.82 ± 0.07ABbc	6.87 ± 0.03Aab	6.91 ± 0.04Aa	6.82 ± 0.04Bbc	6.86 ± 0.04EFab
M2MAP1	6.76 ± 0.02Ad	6.85 ± 0.05ABc	6.85 ± 0.01Ac	6.82 ± 0.04BCc	6.91 ± 0.04Ab	6.98 ± 0.04Ba
M2MAP1+ET	6.76 ± 0.02Ab	6.75 ± 0.13Bb	6.81 ± 0.03ABb	6.80 ± 0.04BCb	6.83 ± 0.05Bb	6.92 ± 0.03CDa
M2MAP2	6.76 ± 0.02Aab	6.75 ± 0.13Bb	6.86 ± 0.05Aa	6.73 ± 0.06CDb	6.79 ± 0.04Bab	6.86 ± 0.04EFa
M2MAP2+ET	6.76 ± 0.02Ab	6.75 ± 0.06Bb	6.86 ± 0.04Aa	6.71 ± 0.03Db	6.82 ± 0.02Ba	6.84 ± 0.01Fa
Uygulama	TA (% Sitrik Asit ×10 ⁻²)					
	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	1.61 ± 0.05Ae	2.01 ± 0.20Ad	2.54 ± 0.05Ac	3.30 ± 0.24Ab	3.32 ± 0.31Ab	4.09 ± 0.00Aa
M1MAP1	1.61 ± 0.05Ab	1.51 ± 0.04Bc	1.63 ± 0.06Bb	1.69 ± 0.03Ba	1.72 ± 0.02Ba	1.72 ± 0.02Ba
M1MAP1+ET	1.61 ± 0.05Ab	1.56 ± 0.05Bc	1.67 ± 0.03Ba	1.71 ± 0.02Ba	1.72 ± 0.01Ba	1.71 ± 0.01Ba
M1MAP2	1.61 ± 0.05Abc	1.58 ± 0.04Bc	1.63 ± 0.02Bb	1.72 ± 0.02Ba	1.74 ± 0.02Ba	1.72 ± 0.02Ba
M1MAP2+ET	1.61 ± 0.05Ab	1.56 ± 0.03Bc	1.63 ± 0.02Bb	1.71 ± 0.03Ba	1.71 ± 0.02Ba	1.73 ± 0.03Ba
M2MAP1	1.61 ± 0.05Ab	1.58 ± 0.05Bb	1.66 ± 0.02Bab	1.71 ± 0.08Ba	1.73 ± 0.01Ba	1.71 ± 0.09Ba
M2MAP1+ET	1.61 ± 0.05Ab	1.53 ± 0.06Bc	1.68 ± 0.03Bab	1.74 ± 0.02Ba	1.74 ± 0.03Ba	1.70 ± 0.06Ba
M2MAP2	1.61 ± 0.05Ac	1.52 ± 0.06Bd	1.65 ± 0.04Bbc	1.71 ± 0.03Bab	1.74 ± 0.03Ba	1.74 ± 0.04Ba
M2MAP2+ET	1.61 ± 0.05Abc	1.59 ± 0.10Bc	1.68 ± 0.03Bab	1.72 ± 0.02Ba	1.74 ± 0.02Ba	1.75 ± 0.02Ba

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.6 pH ve TA parametrelerinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).

Varyasyon kaynağı	pH	TA
PM	0.2482	0.3536
MAP	<.0001	0.5359
ETILEN	0.0772	0.5361
GUN	<.0001	<.0001
PM*MAP	0.0914	0.8925
PM*ETILEN	0.1402	0.8317
PM*GUN	0.0002	0.9831
MAP*ETILEN	<.0001	0.8922
MAP*GUN	<.0001	0.9490
ETILEN*GUN	0.1015	0.9663
PM*MAP*ETILEN	0.0348	0.2464
PM*MAP*GUN	0.0893	0.9686
PM*ETILEN*GUN	0.5432	0.9998
MAP*ETILEN*GUN	0.0193	0.9776
PM*MAP*ETILEN*GUN	0.0903	0.7463

PM: Ambalaj malzemesi, MAP: Modifiye Atmosferde Paketleme, Etilen: Etilen tutucu, Gun: Depolama süresi

Az işlenmiş tüketime hazır karnabahar örneklerinin başlangıç TA değeri sitrik asit cinsinden 1.61×10^{-2} 'dir. TA değeri tüm uygulamalarda artış eğilimi göstermiş, en büyük artış kontrol grubunda görülmüştür. Aynı muhafaza süresine göre değerlendirildiğinde kontrol uygulaması TA değerinin diğer uygulamalardan farklı olduğu, diğer ambalajlama uygulamaları TA değerleri arasında ise istatistiksel açıdan bir fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.5.).

Depolama süresi dışında kalan tüm ana faktörlerin ve tüm etkileşimlerin pH değeri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0.05$, Çizelge 4.6.).

4.3.4. Toplam Fenol İçeriği

Depolama boyunca tüketime hazır az işlenmiş karnabahar örneklerinin toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişim Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Depolama öncesinde karnabaharların toplam fenolik madde miktarı $738.22 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı depolama boyunca tüm uygulamalar için inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. Kontrol grubu ve etilen tutucu içermeyen MAP1 uygulamalarında toplam fenolik madde içeriğinde başlangıç değerine göre azalma meydana gelmiştir. Etilen tutucu içeren uygulamalarda ve MAP2 atmosferinde ise toplam fenolik madde içeriği depolama başlangıç değerine kıyasla artış göstermiştir. Bu

artışın sebebi esmerleşmeye bağlı olarak fenoloksidaz enziminin artması olabilir. Depolama süresi sonunda toplam fenol miktarı en yüksek M2MAP2+ET uygulamasında $814.96 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7.).

Atmosfer bileşimi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve etilen tutucu×depolama süresi etkileşiminin toplam fenolik madde içeriği üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.8.).

Ashie ve ark. (1996) bazı Asya sebzelerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, sebzelerin toplam fenolik madde içeriğinin kateşol cinsinden $34-400 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ taze ağırlık arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Toplam fenolik madde içeriği bakımından sebzeleri 3 gruba ayırdıkları çalışmada nane, siyah havuç, çemen, pancar ve zencefilin toplam fenollerin en yüksek taze ağırlık konsantrasyonu ($>200 \text{ mg kateşol } 100 \text{ g}^{-1}$) içerdiğini; patates, yeşil soğan, lahana ve sarımsağın orta ($100-200 \text{ mg kateşol } 100 \text{ g}^{-1}$), soğan, bezelye, turp, tatlı patates, bakla, karnabahar ve kavunun düşük ($<100 \text{ mg kateşol } 100 \text{ g}^{-1}$) miktarlarda içerdiğini bildirmişlerdir.

Esturk ve ark. (2014) brokoli ile ilgili yaptıkları çalışmada, taçların başlangıç toplam fenol içeriği 0.97 mg/kg olarak kaydedilmiş ve depolama boyunca kontrol grubunda toplam fenol içeriğinde azalma görülmüştür.

Çizelge 4.7. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabahar taçlarında muhafaza süresince toplam fenolik madde değişimi.

Uygulama	Toplam Fenol (mg kg ⁻¹)				
	0. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	738.22 ± 67.30Aa	717.88 ± 37.24Ca	712.28 ± 29.66Ca	722.28 ± 36.24CDa	713.08 ± 88.74BCa
M1MAP1	738.22 ± 67.30Aa	720.92 ± 29.11Ca	713.04 ± 20.66Ca	706.24 ± 24.77Da	701.88 ± 43.59Ca
M1MAP1+ET	738.22 ± 67.30Aa	757.51 ± 25.06ABCa	771.73 ± 15.03ABa	771.92 ± 28.07ABa	747.67 ± 30.07ABCa
M1MAP2	738.22 ± 67.30Aa	735.41 ± 24.23Ca	733.96 ± 28.84CDa	730.36 ± 35.15CDa	742.43 ± 68.69ABCa
M1MAP2+ET	738.22 ± 67.30Ab	783.95 ± 38.95ABab	794.50 ± 28.89ABa	782.73 ± 22.54ABab	788.68 ± 34.86Aab
M2MAP1	738.22 ± 67.30Aa	712.98 ± 31.18Ca	711.24 ± 39.51Ca	705.78 ± 24.14Da	682.19 ± 56.11Ca
M2MAP1+ET	738.22 ± 67.30Aa	788.40 ± 19.51ABa	760.75 ± 35.30BCa	791.04 ± 27.06Aa	792.67 ± 76.56Aa
M2MAP2	738.22 ± 67.30Aa	743.81 ± 48.18BCa	757.86 ± 29.19BCa	749.53 ± 21.13BCa	776.53 ± 36.97ABa
M2MAP2+ET	738.22 ± 67.30Ab	801.75 ± 63.27Aa	801.33 ± 30.54Aa	795.48 ± 30.91Aab	814.96 ± 38.98Aa

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.8. Toplam fenol içeriğinde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).

Varyasyon kaynağı	Toplam Fenol
PM	0.0910
MAP	<.0001
ETILEN	<.0001
GUN	0.7060
PM*MAP	0.4283
PM*ETILEN	0.4433
PM*GUN	0.8225
MAP*ETILEN	0.2649
MAP*GUN	0.1225
ETILEN*GUN	0.0054
PM*MAP*ETILEN	0.2581
PM*MAP*GUN	0.9710
PM*ETILEN*GUN	0.8000
MAP*ETILEN*GUN	0.8234
PM*MAP*ETILEN*GUN	0.8932

PM: Ambalaj malzemesi, MAP: Modifiye Atmosferde Paketleme, Etilen: Etilen tutucu, Gun: Depolama süresi

4.4. Duyusal Özelliklerin Değerlendirilmesi

Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabahar örneklerinde depolama süresince duyusal özellikleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir. 20 günlük depolama süresince 2 farklı ambalaj materyali, etilen tutucu ve modifiye atmosfer kullanılarak ambalajlanan karnabaharların genel görünüş, koku, renk, tekstür ve genel ürün beğenisi gibi duyusal nitelikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 9'luk ölçek kullanılmış ve 5 değeri ve üstü kabul edilebilir sınır olarak alınmıştır. Çizelge 4.10.'da ambalaj materyali, MAP, etilen tutucu ve depolama süresi gibi faktörlerin ve bunların ikili-üçlü etkileşimlerinin duyusal özellikler üzerindeki etkileri verilmiştir. Depolama süresinin tüm duyusal nitelikler üzerinde etkili olduğu görülmektedir ($P \leq 0,05$).

Karnabahar örneklerinde öncelikli olarak genel görünüş değerlendirilmesi yapılmıştır. Genel görünüşte özellikle karnabaharların parlaklığı yani taze görünüş görünmediği dikkate alınmıştır. Depolama süresince genel görünüş açısından karnabaharlar en yüksek puanı 0. günde almış olup bu değerler depolama süresi boyunca azalan bir eğilim göstermiştir. Kontrol grubu 2. günden sonra kabul edilebilir limitin altında puan alırken diğer tüm uygulamalar 15. gün genel görünüş açısından dışında kabul edilebilir limitin üstünde değerlendirilmiştir. Depolama süresi sonunda M1MAP1 uygulaması en yüksek puanı alırken, M1MAP1+ET, M1MAP2 ve M2MAP1 uygulamaları 15. günden sonra kabul edilebilir sınır değerinin altında kalmıştır.

Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve atmosfer×etilen tutucu, etilen tutucu×depolama süresi, ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×atmosfer×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin genel görünüş üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.10.).

Duyusal analiz koku değerlendirmesinde özellikle üründe bozulma belirtisi olabilecek kötü koku oluşumunun olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre koku özelliğinin değerlendirilmesinde karnabaharlara en yüksek puan 0. günde verilmiş olup, ilerleyen günlerde tüm uygulamalar azalan puanlar almıştır. Kontrol grubu 2. günden sonra kabul edilebilir sınır değerinin altında kalmıştır. M1MAP1+ET uygulaması 10. günden sonra, M1MAP2 ve M2MAP1 uygulamaları ise 15. günden sonra kabul edilebilir sınır değerinin altında kalırken diğer uygulamalar depolama süresi sonuna kadar kabul edilebilir sınır değerinin üstünde değerler almıştır. Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve ambalaj malzemesi×atmosfer, ambalaj malzemesi×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×depolama süresi, atmosfer×etilen tutucu, etilen tutucu×depolama süresi, ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×atmosfer×depolama süresi, atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin koku üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.10.).

Karnabaharlarda renk üzerine yapılan duyusal değerlendirmede panelistler tarafından en yüksek puanlar 0. günde verilmiştir. Kontrol grubu 2. günden sonra kabul edilebilir sınır değerinin altında kalmıştır. Depolama süresi sonunda en yüksek renk puanını M1MAP1 uygulaması alırken, M1MAP2 uygulaması dışında kalan tüm ambalajlama uygulamalarında duyusal renk değerlendirilmesi kabul edilebilir sınır değerinin üstünde değerler almıştır. Depolama süresi ana faktörünün ve ambalaj malzemesi × etilen tutucu, ambalaj malzemesi×depolama süresi, atmosfer×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu, ambalaj malzemesi×atmosfer×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin duyusal renk üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.10.).

Duyusal analiz tekstür değerlendirmesinde karnabaharların dokusunda

yumuşama (gevşeme) olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. M1MAP1 uygulamasında depolama boyunca doku sertliği açısından önemli düzeyde fark oluşmazken, kontrol grubu 2. günden sonra kabul edilebilir sınır değerinin altında kalmıştır. Tüm ambalajlama uygulamalarında duyuşal tekstür değerdendirilmesi kabul edilebilir sınır değerin üstünde değerdler almıştır. Depolama süresi ana faktörünün ve ambalaj malzemesi×etilen tutucu ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin duyuşal tekstür üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.10.).

Genel ürün beğenisinde tüm ürün nitelikleri birlikte değerdendirilmeye çalışılmıştır. Genel ürün beğenisi de diğerd duyuşal nitelikler ile uyumludur. Depolama boyunca en başarılı uygulama M1MAP1 olurken, kontrol grubu 2. günden sonra, M1MAP1+ET, M1MAP2 ve M2MAP1 15. günden sonra kabul edilebilir sınır değerdinin altında kalmıştır. Ambalaj malzemesi ve depolama süresi ana faktörlerinin ve ambalaj malzemesi×etilen tutucu, atmosfer×etilen tutucu, etilen tutucu×depolama süresi, ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu, atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi ve ambalaj malzemesi×atmosfer×etilen tutucu×depolama süresi etkileşimlerinin genel ürün beğenisi üzerinde istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$, Çizelge 4.10.).

Gıdaların kalite kontrolünde duyuşal analiz önemli bir parametredir. Kalite parametreleri bakımından kabul edilebilir özellikte olan bir ürün, duyuşal özellikler açısından kabul edilemez olarak nitelendiriliyorsa, bu ürün tüketilemez olarak kabul edilir (Varlık ve ark., 1993).

Çizelge 4.9. Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince duyuşal özelliklerin değışimi.

Genel Görünüş						
Uygulama	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	7.8 ± 0.6Aa	6.3 ± 2.2Bb	4.0 ± 0.8Bc	3.5 ± 1.5Ccd	2.7 ± 1.1Cd	1.3 ± 0.5Ee
M1MAP1	7.8 ± 0.6Aa	7.3 ± 0.5ABa	7.0 ± 1.3Aa	7.2 ± 1.2Aa	7.3 ± 0.9Aa	7.1 ± 1.1Aa
M1MAP1+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.3 ± 0.7ABa	7.1 ± 1.1Aa	6.0 ± 0.9Bb	5.3 ± 1.8Bb	4.9 ± 1.4BCb
M1MAP2	7.8 ± 0.6Aa	7.3 ± 0.7ABa	7.3 ± 1.2Aa	7.1 ± 0.9ABa	6.9 ± 0.9Aa	3.2 ± 1.5Db
M1MAP2+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.6 ± 1.3Aa	7.4 ± 0.7Aa	7.5 ± 1.0Aa	6.1 ± 0.7ABb	6.1 ± 1.1Ab
M2MAP1	7.8 ± 0.6Aa	8.3 ± 0.7Aa	7.7 ± 0.9Aa	6.5 ± 1.7ABb	6.1 ± 0.6ABb	4.7 ± 1.3Cc
M2MAP1+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.3 ± 0.7ABab	7.2 ± 0.9Aab	7.5 ± 1.3Aab	6.8 ± 1.5Aab	6.7 ± 1.2Ab
M2MAP2	7.8 ± 0.6Aa	7.7 ± 0.7Aa	7.9 ± 0.9Aa	7.7 ± 0.8Aa	6.4 ± 1.6ABb	5.9 ± 1.3ABb
M2MAP2+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.5 ± 0.7Aab	7.8 ± 0.6Aa	7.1 ± 1.0ABabc	6.4 ± 1.8ABc	6.5 ± 1.3Abc
Koku						
Kontrol	7.8 ± 0.6Aa	5.2 ± 2.3Bb	4.1 ± 1.0Bbc	3.9 ± 0.6Ebc	3.7 ± 1.5Cc	3.1 ± 1.5BCc
M1MAP1	7.8 ± 0.6Aa	7.7 ± 0.8Aa	7.0 ± 1.2Aab	6.0 ± 1.2CDc	6.5 ± 0.7Abc	6.7 ± 1.3Abc
M1MAP1+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.2 ± 1.5Aa	7.0 ± 0.7Aa	5.4 ± 0.8Db	4.9 ± 1.9BCb	3.7 ± 1.3Bc
M1MAP2	7.8 ± 0.6Aa	7.3 ± 0.5Aab	7.2 ± 1.5Aab	6.3 ± 1.6BCDbc	5.5 ± 0.7ABc	2.0 ± 1.1Cd
M1MAP2+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.4 ± 0.5Aab	6.9 ± 1.2Aabc	6.7 ± 1.5ABCbc	5.2 ± 0.9ABd	6.0 ± 1.5Acd
M2MAP1	7.8 ± 0.6Aa	7.4 ± 1.2Aab	7.3 ± 0.8Aab	6.5 ± 1.5ABCDbc	6.0 ± 0.9ABc	2.8 ± 1.3BCd
M2MAP1+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.9 ± 0.9Aa	7.2 ± 1.1Aab	7.3 ± 1.2ABab	6.5 ± 1.4Abc	5.7 ± 1.5Ac
M2MAP2	7.8 ± 0.6Aa	7.5 ± 0.8Aa	7.4 ± 0.8Aa	7.6 ± 0.5Aa	6.3 ± 1.7Ab	5.7 ± 1.8Ab
M2MAP2+ET	7.8 ± 0.6Aa	7.4 ± 0.7Aa	7.6 ± 0.8Aa	7.5 ± 0.8Aa	6.4 ± 1.7Ab	5.8 ± 0.9Ab

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.9. (Devamı) Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince duyu özelliklerinin değişimi.

Uygulama	Renk					
	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	8.5 ± 0.5Aa	6.4 ± 1.4Bb	4.7 ± 1.2Bc	4.0 ± 1.2Bc	2.7 ± 1.4Ed	1.3 ± 0.5De
M1MAP1	8.5 ± 0.5Aa	7.4 ± 0.5Ab	7.5 ± 1.0Ab	7.4 ± 1.1Ab	7.1 ± 0.9Ab	6.8 ± 1.3Ab
M1MAP1+ET	8.5 ± 0.5Aa	7.5 ± 0.7Ab	6.8 ± 0.8Abc	6.5 ± 0.8Ac	5.2 ± 1.4Dd	5.5 ± 1.1Bd
M1MAP2	8.5 ± 0.5Aa	7.3 ± 0.8Ab	7.4 ± 1.3Ab	7.1 ± 1.4Abc	6.2 ± 0.9ABCDc	4.4 ± 1.0Cd
M1MAP2+ET	8.5 ± 0.5Aa	7.6 ± 1.3abA	6.8 ± 1.2Abc	6.9 ± 1.4Abc	5.8 ± 0.9BCDc	6.1 ± 1.3ABc
M2MAP1	8.5 ± 0.5Aa	7.7 ± 1.3Aab	7.0 ± 0.8Ab	6.8 ± 2.0Ab	5.5 ± 0.8CDc	5.2 ± 1.5BCc
M2MAP1+ET	8.5 ± 0.5Aa	7.5 ± 0.7Ab	7.3 ± 1.3Ab	7.3 ± 1.3Ab	6.9 ± 1.4ABbc	6.1 ± 1.0ABc
M2MAP2	8.5 ± 0.5Aa	7.5 ± 0.5Aab	7.3 ± 1.2Ab	7.5 ± 0.5Aab	6.3 ± 1.6ABCDc	5.9 ± 1.5ABc
M2MAP2+ET	8.5 ± 0.5Aa	7.5 ± 0.8Ab	7.0 ± 0.8Ab	7.2 ± 1.0Ab	6.6 ± 1.3ABDbc	6.1 ± 0.9ABc
Uygulama	Tekstür					
	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	8.2 ± 0.6Aa	5.2 ± 1.9Bb	3.0 ± 1.2Cc	2.9 ± 1.0Cc	1.9 ± 0.7Cd	1.0 ± 0.0Dd
M1MAP1	8.2 ± 0.6Aa	7.7 ± 0.9Aab	7.5 ± 1.6Aab	7.7 ± 1.1ABab	7.8 ± 1.0Aab	7.0 ± 1.3Ab
M1MAP1+ET	8.2 ± 0.6Aa	7.9 ± 0.9Aa	8.2 ± 0.8ABa	6.9 ± 0.9ABb	6.2 ± 1.4Bbc	5.7 ± 0.8BCc
M1MAP2	8.2 ± 0.6Aa	8.0 ± 0.8Aa	7.9 ± 1.1ABa	7.0 ± 0.9ABb	6.6 ± 1.1ABb	5.3 ± 0.5BCc
M1MAP2+ET	8.2 ± 0.6Aa	7.8 ± 1.2Aab	6.9 ± 1.4Bbc	7.7 ± 1.2ABab	6.4 ± 1.3Bc	6.1 ± 1.5ABCc
M2MAP1	8.2 ± 0.6Aa	7.5 ± 1.3Aab	7.3 ± 1.3ABab	7.1 ± 1.6ABab	6.5 ± 1.4Bb	5.1 ± 1.2Cc
M2MAP1+ET	8.2 ± 0.6Aa	7.5 ± 1.1Aab	7.7 ± 0.9ABab	7.9 ± 0.7Aab	7.1 ± 1.6ABbc	6.2 ± 1.1ABCc
M2MAP2	8.2 ± 0.6Aa	7.3 ± 1.2Aabc	7.8 ± 1.0ABab	6.7 ± 0.8Cbc	6.6 ± 1.6ABc	6.4 ± 1.6ABc
M2MAP2+ET	8.2 ± 0.6Aa	7.5 ± 1.0Aab	7.6 ± 1.0ABab	7.2 ± 1.0ABb	7.0 ± 1.2b	6.0 ± 1.1ABCc

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.9. (Devamı) Farklı ambalaj malzemesi ve atmosferde ambalajlanan karnabaharda depolama süresince duyuşal özelliklerin değişimi.

Uygulama	Genel Ürün Beğeni					
	0. gün	2. gün	5. gün	10. gün	15. gün	20. gün
Kontrol	8.0 ± 0.5Aa	5.5 ± 1.8Bb	3.3 ± 0.9Bc	3.0 ± 1.3Ccd	2.0 ± 1.2Cde	1.1 ± 0.3Ce
M1MAP1	8.0 ± 0.5Aa	7.3 ± 0.7Aab	7.3 ± 1.1Aab	7.0 ± 0.9ABb	7.2 ± 0.9Aab	6.7 ± 1.3Ab
M1MAP1+ET	8.0 ± 0.5Aa	7.5 ± 0.8Aa	7.2 ± 0.8Aab	6.2 ± 1.0Bb	5.1 ± 2.3Bc	3.6 ± 0.8Bd
M1MAP2	8.0 ± 0.5Aa	7.3 ± 0.5Aab	7.3 ± 1.1Aab	6.8 ± 1.3ABb	6.7 ± 1.3Ab	3.1 ± 1.3Bc
M1MAP2+ET	8.0 ± 0.5Aa	7.5 ± 1.6Aa	7.1 ± 0.7Aab	7.2 ± 0.9ABa	6.1 ± 1.2ABbc	6.0 ± 1.4Ac
M2MAP1	8.0 ± 0.5Aa	8.2 ± 0.8Aa	7.2 ± 0.8Aa	6.1 ± 1.7Bb	5.9 ± 0.6ABb	4.1 ± 1.9Bc
M2MAP1+ET	8.0 ± 0.5Aa	7.4 ± 0.7Aa	7.3 ± 1.5Aa	7.4 ± 1.0Aa	7.2 ± 1.1Aa	6.2 ± 1.0Ab
M2MAP2	8.0 ± 0.5Aa	7.2 ± 0.6Aab	7.5 ± 1.0Aab	7.5 ± 1.0Aab	6.6 ± 1.6Ab	5.5 ± 1.6Ac
M2MAP2+ET	8.0 ± 0.5Aa	7.4 ± 0.5Aa	7.4 ± 0.8Aa	7.5 ± 1.1Aa	6.1 ± 1.0ABb	6.1 ± 1.1Ab

Aynı sütunda, verilen depolama gününde, aynı büyük harfe sahip uygulamalar arasında istatistiksel açıdan bir fark yoktur ($P > 0.05$). Aynı satırda, verilen uygulamada aynı küçük harfe sahip depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark yoktur ($P > 0.05$).

M1: C11, M2: C11R, MAP1: %21 O₂ %79 N₂, MAP2: %10 O₂ %10 CO₂ %80 N₂, ET: etilen tutucu

Çizelge 4.10. Duyusal niteliklerde deneysel ana faktörler ve etkileşimlerinin olasılık değerleri (P değeri).

Varyasyon kaynağı	Genel Görünüş	Koku	Renk	Tekstür	Genel Ürün Beğeni
PM	0.0049	<.0001	0.2125	0.3389	0.0184
MAP	0.3759	0.2342	0.8297	0.2617	0.4475
ETILEN	0.8330	0.2342	0.6360	0.7709	0.6730
GUN	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PM*MAP	0.3759	0.0142	0.1118	0.1976	0.4475
PM*ETILEN	0.0702	0.0091	0.0041	0.0114	0.0019
PM*GUN	0.4133	0.0239	0.9685	0.8308	0.5385
MAP*ETILEN	0.0165	0.0395	0.2823	0.8352	0.0432
MAP*GUN	0.0871	0.1703	0.8565	0.9524	0.2827
ETILEN*GUN	0.0040	0.0088	0.3592	0.8248	0.0461
PM*MAP*ETILEN	<.0001	<.0001	0.0003	0.0279	<.0001
PM*MAP*GUN	0.0109	0.0005	0.3641	0.1204	0.1179
PM*ETILEN*GUN	0.0029	0.5010	0.0155	0.3554	0.0059
MAP*ETILEN*GUN	0.0624	0.0228	0.3740	0.1168	0.0023
PM*MAP*ETILEN*GUN	<.0001	<.0001	0.0312	0.0067	<.0001

PM: Ambalaj malzemesi, MAP: Modifiye Atmosferde Paketleme, Etilen: Etilen tutucu, Gun: Depolama süresi

Sanz ve ark. (2007), ışığa maruz bırakılarak minimal işlem görmüş karnabaharların duyu kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, karanlıkta depolanan karnabaharların kesim bölgelerindeki renk kriterleri bakımından en uzun raf ömrü P-Plus 120 ambalajında olurken bunu P-Plus 160 izlemiştir. Renk kriterleri açısından en kısa raf ömrü PVC ve P-Plus 240 filmlerinde görülmüştür.

Eştürk ve ark. (2014), etilen tutucu katkı içeren ve içermeyen LDPE ambalajlarda muhafaza edilen brokolide kalite özellikleri üzerinde yaptıkları çalışmada, kontrol grubundaki brokoliler sertlik ve koku gibi duyu özelliklerde en düşük puanı almıştır. Her iki duyu nitelikte depolamanın 5 ile 10. günlerinde kabul edilebilir sınır değerinin altında kalmış ve depolama süresi boyunca da azalmaya devam etmiştir. Buna rağmen M2 ile ambalajlı brokoliler renk, koku ve sertlik bakımından 20 gün boyunca kabul edilebilir sınır değerinde kalmıştır. M1 ile ambalajlı brokoliler ise koku kriteri dikkate alınarak 15 günlük depolama boyunca kabul edilebilir sınır değerinde kalmıştır. Genel kabul edilebilirlik değeri M1 için 15 gün, M2 için 20 güne kadar 3'ün üzerinde bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karnabahar talarında raf ömrü üzerine yapılan çalışmada, karnabahar örnekleri modifiye atmosferde paketlenmiş ve 4 ± 2 °C’de muhafaza edilmiştir. 20 gün süre ile meydana gelen değişimlerin incelenmesi ve raf ömrünün belirlenmesi amacıyla, karnabahar talarında fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler yapılmıştır. Çalışma süresince elde edilen bulgulardan yola çıkarak çıkarılan sonuçlar ve oneriler aşağıdaki gibidir.

20 günlük depolama süresince kimyasal, fiziksel ve duyusal özellikler açısından en iyi sonuçlar karbondioksit konsantrasyonu düşük uygulamalarda alınmıştır. Genel olarak bakıldığında karnabahar örneklerinin kontrol grubu özellikle duyusal niteliklerin azalması nedeniyle onerilmemektedir. MAP2 (%10 O₂, %10 CO₂, %80 N₂) ile etilen tutucu kullanılan ambalajlar fenolik madde içeriği açısından daha iyi sonuç çıkardığından onerilmektedir. İki farklı malzemenin kullanıldığı çalışmada genel olarak uygulamalar arasında istatistiki açıdan fark tespit edilmemiştir. Tüm uygulamalar arasında en kısa raf ömrü kontrol grubunda 2 gün olup, en uzun raf mr M1MAP1 uygulamasında 15 gün olarak tespit edilmiştir. Temin edilen karnabahar talarının raf ömrünün 4 ± 2 °C’de 5 gün olduğu dşnldğnde 15 günlük srenin karnabahar talarında 4 ± 2 °C’de iyi bir raf ömrü olduğu düşünülmektedir.

MAP’ın ktle kaybını önlemede ve bunun sonucu olarak kalite kriterlerinin korunması ve raf ömrünün uzaması bakımından önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada bulunan sonuçlara dayanarak etilen tutucuların, olgunluk üzerinde etkili olan etileni ortamdaki uzaklaştırdığı, solunum hızını yavaşlattığı ve ürünün ortamdaki O₂’yi kullanma oranını azalttığı sonucuna varabiliriz.

KAYNAKLAR

- Aday, M. S. and Caner, C., 2011. The Applications of 'active packaging and chlorine dioxide' for extended shelf life of fresh strawberries. **Packaging Technology and Science**, 24 (3): 123-136.
- Almenar, E., Del Valle, V., Catala, R. and Gavara, R., 2007. Active package for wild strawberry fruit (*Fragaria vesca* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 55 (6): 2240-2245.
- AOAC, 2000. **Official methods of analysis of AOAC International I Edition**. Association Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Ashie, I. N. A., Smith, J. P., Simpson, B. K. and Haard, N. F., 1996. Spoilage and shelf - life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36 (1-2): 87-121.
- Ayan, H., 2010. **Güneşte ve yapay kurutucuda kurutulmuş domates (*Lycopersitum esculentum*) üretimi ve proses sırasındaki değişimlerin belirlenmesi**. Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Batu, A., 2004. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, 61 (3): 471-475.
- Bono, G. and Badalucco, C., 2014. Combining ozone and modified atmosphere packaging (MAP) to maximize shelf-life and quality of striped red mullet (*Mullus surmuletus*) (vol 47, pg 500, 2012). **LWT-Food Science and Technology** 57 (1): 452-452.
- Cervera, S. S., Olarte, C., Echavari, J. and Ayala, F., 2007. Influence of exposure to light on the sensorial quality of minimally processed cauliflower. **Journal of Food Science** 72 (1): S12-S18.
- Chatterjee, J. and Chatterjee, C., 2000. Phytotoxicity of cobalt, chromium and copper in cauliflower. **Environmental Pollution**, 109 (1): 69-74.
- Chen, J. H. and Hotchkiss, J. H., 1993. Growth of *Listeria monocytogenes* and *Clostridium sporogenes* in Cottage Cheese in Modified Atmosphere Packaging. **Journal of Dairy Science**, 76 (4): 972-977.
- Conesa, A., Artes-Hernandez, F., Geysen, S., Nicolai, B. and Artes, F., 2007. High oxygen combined with high carbon dioxide improves microbial and sensory quality of fresh-cut peppers. **Postharvest Biology and Technology**, 43 (2): 230-237.
- Çelikel, F., Özelkol, S., Kaynaş, K., Masum, B. and Erenoğlu, B., 2001. **Kiraz, incir ve çilek meyvelerinin modifiye atmosferde depolama olanaklarının araştırılması**. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Dhall, R. K., Sharma, S. R. and Mahajan, B. V. C., 2010. Effect of packaging on storage life and quality of cauliflower stored at low temperature. **Journal of Food Science and Technology-Mysore** 47 (1): 132-135.
- Esturk, O., Ayhan, Z. and Gokkurt, T., 2014. Production and application of active packaging film with ethylene adsorber to increase the shelf life of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). **Packaging Technology and Science** 27 (3): 179-191.
- Everaarts, A. P., 2000. Nitrogen balance during growth of cauliflower. **Scientia Horticulturae**, 83 (3-4): 173-186.
- FAO, 2014. FAOSTAT. FAO. <http://faostat.fao.org/>.

- Farber, J. N., Harris, L. J., Parish, M. E., Beuchat, L. R., Suslow, T. V., Gorney, J. R., Garrett, E. H. and Busta, F. F., 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety** 2:142-160.
- Finn, M. J. and Upton, M. E., 1997. Survival of Pathogens on Modified-Atmosphere-Packaged Shredded Carrot and Cabbage. **Journal of Food Protection**, 60 (11): 1347-1350.
- Gebczynski, P. and Kmiecik, W., 2007. Effects of traditional and modified technology, in the production of frozen cauliflower, on the contents of selected antioxidative compounds. **Food Chemistry**, 101 (1): 229-235.
- Guillén, F., Castillo, S., Zapata, P. J., Martínez-Romero, D., Valero, D. and Serrano, M., 2006. Efficacy of 1-MCP treatment in tomato fruit: 2. Effect of cultivar and ripening stage at harvest. **Postharvest Biology and Technology** 42 (3): 235-242.
- Hewett, E. W. and Thompson, C. J., 1988. Modified atmosphere storage for reduction of bitter pit in some New Zealand apple cultivars. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, 16 (3): 271-277.
- Incedayi, B. and Suna, S., 2013. Effects of modified atmosphere packaging on the quality of minimally processed cauliflower. **Acta Alimentaria** 41 (4): 401-413.
- Ismail, A., Marjan, Z. M. and Foong, C. W., 2004. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chemistry**, 87 (4): 581-586.
- Işık, E., 2011. **Farklı toprak işleme yöntemleri ve bitki sıklığının sonbahar dönemi brokoli yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkisi**. Yüksek Lisans, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Jacxsens, L., Devlieghere, F., Van der Steen, C. and Debevere, J., 2001. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh-cut produce. **International Journal of Food Microbiology**, 71 (2-3): 197-210.
- Kadam, D. M., Lata, Samuel, D. V. K. and Pandey, A. K., 2005. Influence of different treatments on dehydrated cauliflower quality. **International Journal of Food Science and Technology** 40 (8): 849-856.
- Kadam, D. M., Samuel, D. V. K. and Parsad, R., 2006. Optimisation of pre-treatments of solar dehydrated cauliflower. **Journal of Food Engineering** 77 (3): 659-664.
- Kader, A. A., 2002. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. Third edition. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, 535s.
- Li, C. Y., Schillmiller, A. L., Liu, G. H., Lee, G. I., Jayanty, S., Sageman, C., Vrebalov, J., Giovannoni, J. J., Yagi, K., Kobayashi, Y. and Howe, G. A., 2005. Role of beta-oxidation in jasmonate biosynthesis and systemic wound signaling in tomato. **Plant Cell** 17 (3): 971-986.
- Lin, C. H. and Chang, C. Y., 2005. Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. **Food Chemistry** 90 (1-2): 9-15.
- Lo Scalzo, R., Bianchi, G., Genna, A. and Summa, C., 2007. Antioxidant properties and lipidic profile as quality indexes of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) in relation to harvest time. **Food Chemistry**, 100 (3): 1019-1025.
- Lo Scalzo, R., Iannocari, T., Genna, A., Cesare, L. F. d., Viscardi, D., Ferrari, V. and Campanelli, G., 2008. Organic vs. conventional field trials: the effect on

- cauliflower quality. Editör). International Society of Organic Agricultural Research (ISO FAR), 754-757, Bonn.
- Lozano, J. E. and Ibarz, A., 1997. Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. **Journal of Food Engineering** 31 (3): 365-373.
- Mexis, S. F. and Kontominas, M. G., 2010. Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage conditions on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). **LWT - Food Science and Technology**, 43 (1): 1-11.
- Mitsuda, H., Nakajima, K., Mizuno, H. and Kawai, F., 1980. Use of sodium chloride solution and carbon dioxide for extending shelf-life of fish fillets. **Journal of Food Science** 45 (3): 661-666.
- Montero-Prado, P., Rodriguez-Lafuente, A. and Nerin, C., 2011. Active label-based packaging to extend the shelf-life of "Calanda" peach fruit: Changes in fruit quality and enzymatic activity. **Postharvest Biology and Technology**, 60 (3): 211-219.
- Motey, R. and Lele, S., 2003. Fresh cauliflower preservation technology. **Journal of Food Science and Technology-Mysore** 40 (4): 419-422.
- Nowacki, J., Saniewski, M. and Lange, E., 1990. The inhibitory effect of methyl jasmonate on ethylene-forming enzyme activity in apple cultivar Jonathan. **Fruit Science Reports**, 17 (4): 179-186.
- Olarte, C., Sanz, S., Echavarri, J. F. and Ayala, F., 2009. Effect of plastic permeability and exposure to light during storage on the quality of minimally processed broccoli and cauliflower. **LWT-Food Science and Technology** 42 (1): 402-411.
- Pascale, S. D., Maggio, A. and Barbieri, G., 2005. Soil salinization affects growth, yield and mineral composition of cauliflower and broccoli. **European Journal of Agronomy**, 23 (3): 254-264.
- Sabır, F. K., Şenel, B. S. and Açar, İ. T., 2010. Sıcak su uygulaması ve modifiye atmosferde paketlenen Mirella F₁ domates çeşidinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri **Alatarım**, 9 (2): 22-29.
- Sanz Cervera, S., Olarte, C., Federico Echavarri, J. and Ayala, F., 2007. Influence of exposure to light on the sensorial quality of minimally processed cauliflower. **Journal of Food Science** 72 (1): S12-S18.
- Sanz, S., Olarte, C., Echavarri, J. F. and Ayala, F., 2007. Evaluation of different varieties of cauliflower for minimal processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 87 (2): 266-273.
- Schreiner, M., Peters, P. and Krumbein, A., 2007. Changes of Glucosinolates in mixed fresh-cut broccoli and cauliflower florets in modified atmosphere packaging. **Journal of Food Science** 72 (8): S585-S589.
- Setiasih, I. S., Kastaman, R. and Musaddad, D., 2013. The Effect of Packaging and Storage Temperatures on the Shelf-Life of Minimally Processed Cauliflowers. **ii Asia Pacific Symposium on Postharvest Research Education and Extension (Aps2012)**, 1011: 363-367.
- Sikkema, P. H., Soltani, N., McNaughton, K. and Robinson, D. E., 2006. Broccoli, cabbage and cauliflower tolerance to sulfonylurea herbicides. **Crop Protection**, 25 (3): 225-229.
- Simon, A., 2008. Quality characteristics of cauliflower cultivars for minimal processing. **Itea-Informacion Tecnica Economica Agraria**, 104 (1): 31-41.

- Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. and Rodriguez, D., 2008. Effect of film and temperature on the sensory, microbiological and nutritional quality of minimally processed cauliflower. **International Journal of Food Science and Technology** 43 (9): 1628-1636.
- Singleton, V. L. and Rossi, J. A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture** 16 (3): 144-158.
- Soliva-Fortuny, R. C., Elez-Martínez, P. and Martín-Belloso, O., 2004. Microbiological and biochemical stability of fresh-cut apples preserved by modified atmosphere packaging. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 5 (2): 215-224.
- Şen, L. and Batu, A., 2007. Patatesin modifiye atmosferde paketlenerek depolanması. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi** (1).
- Tamari, G., Borochoy, A., Atzorn, R. and Weiss, D., 1995. Methyl jasmonate induces pigmentation and flavonoid gene expression in petunia corollas: A possible role in wound response. **Physiologia Plantarum** 94 (1): 45-50.
- Tano, K., Arul, J., Doyon, G. and Castaigne, F., 1999. Atmospheric composition and quality of fresh mushrooms in modified atmosphere packages as affected by storage temperature abuse. **Journal of Food Science** 64 (6): 1073-1077.
- Terry, L. A., Ilkenhans, T., Poulston, S., Rowsell, L. and Smith, A. W. J., 2007. Development of new palladium-promoted ethylene scavenger. **Postharvest Biology and Technology**, 45 (2): 214-220.
- Thompson, A. K., 2003. **Fruit and vegetable harvesting, handling and storage**. Blackwell Publishing. Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, 460s, Oxford, UK.
- TÜİK, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Varlık, C., Ugur, M., Gökoglu, N. and Gün, H., 1993. **Su Ürünlerinde Kalite Kontrol ilke ve Yöntemleri**. Gıda Teknolojisi Dernegi Yayın No: 17, 174s, Ankara.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N. and Debevere, J., 1999. Developments in the active packaging of foods. **Trends in Food Science & Technology** 10 (3): 77-86.
- Vu, K. D., Hollingsworth, R. G., Leroux, E., Salmieri, S. and Lacroix, M., 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. **Food Research International**, 44 (1): 198-203.
- Vural, H., Eşiyok, D. and İ., D., 2000. **Sebze Yetiştirme (Kültür Sebzeleri)**. Ege Üniversitesi Basımevi, 440s, Bornova, İzmir.
- Weissinger, W. R., Chantarapanont, W. and Beuchat, L. R., 2000. Survival and growth of Salmonella baidon in shredded lettuce and diced tomatoes, and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. **International Journal of Food Microbiology** 62 (1-2): 123-131.
- Zhan, L., Hu, J., Pang, L., Li, Y. and Shao, J., 2014. Light exposure reduced browning enzyme activity and accumulated total phenols in cauliflower heads during cool storage. **Postharvest Biology and Technology**, 88: 17-20.
- Zobayed, S. M. A., Armstrong, J. and Armstrong, W., 2001. Leaf anatomy of in vitro tobacco and cauliflower plantlets as affected by different types of ventilation. **Plant Science**, 161 (3): 537-548.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar 1988 yılında Gaziantep’te doğdu. İlköğretim ve lise öğrenimini Hatay’da tamamladı. Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünü 2008 yılında kazandı. Üniversiteden 2013 yılında Gıda Mühendisi unvanıyla mezun oldu. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında 2013 yılında yüksek lisans öğrenimime başladı.



EKLER

EK 1. Duyusal Değerlendirme Formu

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Adı/Soyadı :

Tarih :

Sayın katılımcı,

Size 5 ayrı kodlu karnabahar örneği sunulmaktadır. Genel görünüş, renk, koku, tekstür tat ve genel ürün beğeni derecesini 9 noktalı skalayı dikkate alarak değerlendirmeniz istenmektedir. Önce size verilen 9 örneği sırasını dikkate alarak (soldan sağa doğru) genel görünüş açısından, 9 noktalı skaladaki açıklamaları dikkate alarak, 1-9 arasında bir rakamla değerlendiriniz ve her bir ürün kodu altında bulunan boşlukta beğeni derecenizi temsil eden rakamı yazınız. Daha sonra sırasıyla koku, renk, tekstür, tat özelliklerini 1-9 arasında bir rakamla ayrı ayrı değerlendiriniz. Genel görünüş ve renk beğenisini gözle, tekstür ve tat özelliğini ise çiğneyerek yapınız. Genel ürün beğeni dereceniz ürünün bütün özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

Panelimize katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz.

GENEL GÖRÜNÜŞ	1 ↓ Soluk/bayat	2	3	4	5 ↓ Kabul edilebilir	6	7	8	9 ↓ Taze					
KOKU	1 ↓ Güçlü kötü koku	2	3	4	5 ↓ Kabul edilebilir/ Hafif kötü koku	6	7	8	9 ↓ Kendine has koku					
RENK	1 ↓ Ciddi düzeyde Kahverengi	2	3	4	5 ↓ Sarımsı Renk Kahverengi Kenarlar	6	7	8	9 ↓ Beyaz Tekdüze renk					
TAT	1 ↓ Bozuk tat	2	3	4	5 ↓ kabul edilebilir	6	7	8	9 ↓ normal/ tipik tat					
TEKSTÜR	1 ↓ Gevşek Yumuşak	2	3	4	5 ↓ kabul edilebilir	6	7	8	9 ↓ Sert/sıkı tipik doku					
GENEL ÜRÜN BEĞENİSİ	1 ↓ Hiç beğenmedim ☹	2	3	4	5	6	7	8	9 ↓ Çok beğendim ☺					

Yorum ve Düşünceler :