

58312



**FARKLI AMBALAJ MATERYALLERİ
VE
DEPO SICAKLIKLARININ
KARNABAHAARIN
(*Brassica oleraceae* var. *botrytis*) SOĞUKTA
MUHAFAZASINA ETKİLERİ**

NİGAH ERTEKİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
1997**

58312

**YÜKSEK LİSANS
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI AMBALAJ MATERYALLERİ VE DEPO SICAKLIKLARININ KARNABAHARIN
(*Brassica oleracea* var. *botrytis*) SOĞUKTA MUHAFAZASINA ETKİLERİ**

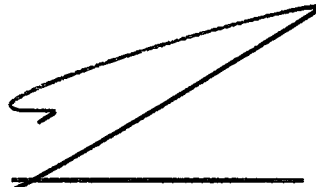
Nigah ERTEKİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 27.11.1997 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından 95 (DOKSANBEŞ) not takdir edilerek
Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**



**Doç.Dr.Nilgün Halloran
Danışman**



**Prof.Dr.Vedat Şeniz
Üye**



**Doç.Dr.Şebnem Ellialtıoğlu
Üye**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**FARKLI AMBALAJ MATERYALLERİ VE DEPO SICAKLIKLARININ
KARNABAHARIN (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*) SOĞUKTA MUHAFAZASINA ETKİLERİ**

Nigâh ERTEKİN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim DalıDanışman : Doç. Dr. Nilgün Halloran
1997, Sayfa : 33Jüri : Doç. Dr. Nilgün Halloran
Prof. Dr. Vedat Şeniz
Doç. Dr. Şebnem Ellialtıoğlu

Araştırma, karnabaharda hasattan sonra oluşan kalitatif ve kantitatif değişimler üzerine depolama ve ambalajlama materyallerinin etkilerini belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Denemede Iglo F₁ karnabahar çeşidine ait taçlar 0°C ve 5°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren soğutuculu depolar ile soğutucusuz depoda muhafaza edilmiştir. Karnabaharlar yapraklı, yapraksız, delikli ve deliksiz polietilen ve polipropilen ambalajlar ile streç filme sarılarak denemeye alınmıştır. Muhafaza süresince haftalık aralıklarla alınan örneklerde ağırlık kaybı, renk değişimi, polifenol oksidaz enzim aktivitesi ve enfeksiyonlardan kaynaklanan kayıplar ile tat, gözleme dayalı genel kalite değerlendirmesi ve haşlama sonrası oluşan koku ve renk değişimleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular karnabaharda renk değişiminin muhafaza süresinin belirlenmesinde kullanılmayacağını, ağırlık kaybının ise bu açıdan uygun bir kriter olduğunu göstermiştir. Ağırlık kaybının %5'e ulaşması ile taçlarda gevşeme başlamakta, %10 ağırlık kaybı ise buketlerde açılmaya yol açmaktadır. Karnabahar muhafazası sırasında enfeksiyonlardan kaynaklanan önemli bir kayıp olmamış, yapılan izolasyonlarda *Alternaria* sp, *Fusarium* spp ve *Botrytis cinerea* tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde karnabaharlar için uygun depolama koşulunun 0°C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde, delikli PE ambalajlarda olduğu ve bu koşullarda karnabaharın 5 hafta süre ile muhafaza edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karnabahar, taç, polifenol oksidaz, ağırlık kaybı, enfeksiyon

ABSTRACT

Masters Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT STORAGE TEMPERATURES AND PACKAGING MATERIALS ON POSTHARVEST PHYSIOLOGY AND COLD STORAGE OF CAULIFLOWER (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*)

Nigâh ERTEKİN

Ankara University
Graduate School of Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Nilgün Halloran
1997, Page : 33

Jury : Assoc. Prof. Dr. Nilgün Halloran
Prof. Dr. Vedat Şeniz
Assoc. Prof. Dr. Şebnem Ellialtınoğlu

The research was carried out to determine the effects of storage conditions and packaging materials on postharvest quality changes of cauliflower. Intact curds of Iglo F₁ cauliflower cultivar were used in the experiment. Cauliflowers were stored in the cold stores set at 0°C and 5°C temperature and 85-90% relative humidity and in ventilated store. Samples were placed to the storage areas with leaves fully attached, leaves completely removed and in the plastic bags of perforated and non-perforated PE and PP, and also with stretch film wrap. Weight loss, colour changes, PO enzyme activity, losses due to infections and sensory quality were evaluated at weekly intervals during storage period. The results showed that colour changes can not be used as indicator of postharvest storage duration. However, weight loss is a very useful index for the determination of storage period since 10% weight loss causes opening in the curds. Although *Alternaria* sp, *Fusarium* spp, and *Botrytis cinerea* were isolated from the samples of different applications, there was no important storage loss due to the infections.

All data and observations taken together, best conditions for storing cauliflowers for at least five weeks were 0°C temperature and 85-90% relative humidity within perforated PE bags.

Key Words: Cauliflower, curd, polyphenol oxydase, weight loss, infection

TEŞEKKÜR

Karnabaharın soğukta muhafazası konusunda beni çalışmaya yönelten Sayın Hocam Doç. Dr. Nilgün Halloran'a, çalışmalarım sırasında destek gördüğüm Prof. Dr. Ruhsar Yanmaz, Zir. Yük. Müh. Ufuk Kasım, Zir. Yük. Müh. Rezzan Çağırın Kasım, Dr. Aziz Karakaya, Gıda Müh. Ahmet Yemenicioğlu'na ve beni sonsuz bir güvenle destekleyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

ANKARA, 1997

Nigâh ERTEKİN



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	6
3.1. Materyal	6
3.2. Yöntem.....	7
3.2.1. Karnabaharların üretimi.....	7
3.2.2. Karnabaharların muhafazaya hazırlanması.....	7
3.2.3. Muhafaza koşulları.....	7
3.2.4. Karnabaharlarda yapılan gözlem, ölçüm ve analizler.....	8
3.2.4.1. Ağırlık kaybı (%).....	8
3.2.4.2. Renk ölçümü	8
3.2.4.3. Polifenol oksidaz enzim aktivitesi	8
3.2.4.4. Tat	9
3.2.4.5. Enfeksiyon kaynakları	9
3.2.4.6. Gözleme dayalı genel kalite değerlendirmesi... ..	9
3.2.4.7. İstatistiksel değerlendirme.....	9
4. SONUÇLAR	10
4.1. Ağırlık kaybında olan değişimler	10
4.2. Renk değişimi	13
4.3. Polifenol oksidaz enzim aktivitesi	18
4.4. Tat değişimi	20
4.5. Gözleme dayalı kalite değişimleri	22
4.6. Haşlama sonrası istenmeyen koku oluşumu ve renk değişimi	27
4.7. Enfeksiyon kaynakları.....	28
5. TARTIŞMA	30
KAYNAK LİSTESİ	35
ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Derece santigrad
µm	Mikrometre
CO ₂	Karbondioksit
O ₂	Oksijen
SO ₂	Kükürtdioksit
µl	Mikrolitre
kgh	Kilogram / saat
NAA	Naftalen asetik asit
2,4-D	2,4 dikloro fenoksi asetik asit
mg	Miligram
N ⁶ -BA	Büyüme engelleyici ve dezenfektan kimyasal
PE	Polietilen
PP	Polipropilen
cm	Santimetre
kg	Kilogram
ml	Mililitre
M	Molar
nm	Nanometre
DPE	Delikli polietilen
DPP	Delikli polipropilen
Str	Streç
PO	Polifenol oksidaz
Sz	Soğutucusuz
-Y	Yapraksız
Y	Yapraklı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Polifenol oksidaz enzim aktivitesinin hesaplanması.....	8
Şekil 2.	0°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların ağırlık kayıpları....	11
Şekil 3.	5°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların ağırlık kayıpları....	12
Şekil 4.	Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların ağırlık kayıpları.....	12
Şekil 5.	0°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda renk değişimleri...14	
Şekil 6.	5°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda renk değişimleri...15	
Şekil 7.	Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda renk değişimleri.....	15
Şekil 8.	0°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda PO enzim aktivitesi değişimleri.....	17
Şekil 9.	5°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda PO enzim aktivitesi değişimleri.....	17
Şekil 10.	Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda PO enzim aktivitesi değişimleri.....	18
Şekil 11.	0°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda tat puanlarında oluşan değişimler.....	19
Şekil 12.	5°C’de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanlarında oluşan değişimler.....	20
Şekil 13.	Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanlarında olan değişimler.....	20
Şekil 14.	Soğutucusuz depoda yapraklı olarak muhafaza edilen karnabaharların görünüşü.....	21
Şekil 15.	0°C’de yapraklı olarak muhafaza edilen karnabaharlarda taç gevşemesi.....	22
Şekil 16.	Streç filmde muhafaza edilen karnabaharların görünüşü.....	23
Şekil 17.	DPE’de muhafaza edilen karnabaharların görünüşü.....	24
Şekil 18.	DPP’de muhafaza edilen karnabaharların görünüşü.....	24
Şekil 19.	Alternaria sp. izole edilmiş siyah benekli karnabaharların görünüşü.....	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Denemede kullanılan ambalaj materyallerinin oksijen, karbondioksit ve su buharı geçirgenlikleri	6
Çizelge 2. 0 ^o , 5 ^o C ve Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyalleri ile depolanan karnabaharlarda muhafaza süresince oluşan ağırlık kayıpları	11
Çizelge 3. 0 ^o C, 5 ^o C ve Soğutucusuz depoda değişik ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda oluşan renk değişimleri.....	13
Çizelge 4. 0 ^o C, 5 ^o C ve Soğutucusuz depoda değişik ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların PO enzim aktivitesi değerleri.....	16
Çizelge 5. 0 ^o C, 5 ^o C ve Soğutucusuz depoda değişik ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanları.....	19
Çizelge 6. 0 ^o C, 5 ^o C ve Soğutucusuz depoda muhafaza edilen karnabaharlarda gözleme dayalı kalite puanları.....	25
Çizelge 7. Muhafaza süresince karnabaharlarda belirlenen enfeksiyon kaynakları.....	26

1. GİRİŞ

Ülkemiz sebze üretiminde lahanalar grubu sebzeler önemli bir yere sahiptir. Bu grupta yer alan karnabahar (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), özellikle C vitamini ve mineral madde kapsamı bakımından oldukça zengin ve düşük kalorili olması nedenleriyle beslenme açısından önem taşımaktadır. Karnabaharların üretim sırasında iklim değişikliklerine ve dış etkenlere karşı lahanalara oranla daha duyarlı olması, tohum temininin zorluğu ve tüketim alışkanlığının az olması nedenleriyle uzun yıllar üretici bu türe ilgisiz kalmıştır. Ancak son yıllarda özellikle tüketici taleplerinin artması, satış değerinin yükselmesi, dış satım olanaklarının artması ve birim alandan daha fazla gelir getirmesi nedenleriyle karnabahar üretiminde artış görülmüş, 1995 yılı verilerine göre yıllık karnabahar üretimi 80 bin tona ulaşmıştır (Anonim 1996).

Ülkemiz sebze ekim alanı ve üretiminde yıllara göre artış görülmesine karşın üretilen ürünün yaklaşık %20-40'ı hasat sırasında ve sonrasında çeşitli nedenlerle kayba uğramaktadır. Buna göre, 18 milyon ton olan sebze üretiminin 3.6-7.8 milyon tonu tüketiciye ulaşmadan atılmaktadır. Karnabahar açısından durum incelendiğinde ülkemizde üretilen karnabaharların %2'sinin hasat sırasında %1'inin muhafaza sırasında ve %7'sinin de pazarlama sırasında kayba uğradığı görülmektedir (Gündüz 1993). Bu nedenle sebzelerin üretimi sırasında gösterilen titizliğin ürünün hasadı, paketlenmesi, muhafazası ve pazarlanması aşamalarında da gösterilmesi gerekmektedir.

Taze sebzeler hasat edildikten sonra canlılıklarını hızla kaybedip, biyolojik ve fizyolojik olarak değişime uğrarlar. Hasat sonrası sebzelerde görülen biyokimyasal reaksiyonlar solunum, etilen üretimi, enzim aktivitesi ve su kaybının artmasına neden olmaktadır. Ayrıca hasat sonrasında ürünün besin değerini ve kalitesini belirleyen renk maddeleri, organik asitler, azotlu bileşikler, lipidler, uçucu bileşikler, karbonhidratlar, mineral maddeler ve aromatik bileşiklerin de konsantrasyonlarında değişimler görülmektedir. Bunun dışında ürünlerin hasadı, muhafazası ve pazarlanması sırasında meydana gelen mekanik zararlanmalar hastalık etmenlerini etkin hale getirmekte ve ürünün canlılığını yitirmesini hızlandırmaktadır. Muhafaza sırasında ise uygun sıcaklık, nem ve atmosfer bileşiminin sağlanamaması kalite kayıplarına neden olmakta, buna bağlı olarak ürünün muhafaza ve pazarlama süresi kısalmaktadır. Üründeki hasat sonrası kayıplar, ekonomik kayıp olarak doğrudan üreticiye yansıdığı gibi, milli ekonomimizde de milyarlarca liralık zarara yol açmaktadır.

Diğer sebze türlerinde olduğu gibi karnabaharların da büyümesi, gelişmesi ve olgunlaşmasıyla birlikte, bünyesindeki biyokimyasal değişimler hızlanmaktadır. Özellikle enzimler tarafından kontrol edilen bazı reaksiyonlar muhafaza süresi ve koşullarınca etkilenmektedir. Karnabaharda taçların kahverengileşmesine yol açan enzimlerin peroksidaz ve polifenol oksidaz olduğu ve dondurarak muhafaza öncesi, yüksek sıcaklık derecelerine maruz bırakılarak bu enzimlerin aktivasyonunun engellenebileceği belirlenmiştir (Lee and Pennesi 1984). Karnabaharın C vitamini kapsamında da muhafaza süresi ve koşulları oldukça etkili olmaktadır. Hasadın geç yapılması ve ürünün depoda uzun süre kalması ile taçlarda askorbik asit ve diğer suda eriyebilir vitaminlerin kapsamı azalmaktadır.

Karnabahar karbonhidrat içeriği yönünden zengin bir sebze türüdür. Yapılan çalışmalarda karbonhidrat konsantrasyonundaki değişim üzerinde en fazla depo oransal neminin etkili olduğu belirlenmiştir. Karnabaharlarda diğer lahana grubu sebzelerde olduğu gibi, aroma oluşumunda kükürtlü bileşikler rol oynamakta ve bu bileşikler hücrede renksiz, suda çözünen potasyum tuzları halinde bulunmaktadır (Weichmann 1987).

Karnabahar yetiştiriciliğinde özellikle taç oluşumu sonrası görülen yüksek sıcaklık ve düzensiz sıcaklık rejimi, olgunlukta ise şiddetli güneş ışığı taçlarda yapraklanma, renk değişimi, sürme, gevşeme, çiçeklenme, beneklenme ve acılaşma gibi kalitenin ve satış değerinin düşmesine neden olan fizyolojik bozukluklara neden olmaktadır. Karnabaharın hasat olgunluğuna ulaştıktan sonra uzun süre tarlada bırakılması, yaşlanmanın hızlanmasına ve muhafaza ömrünün kısılmasına yol açmaktadır. Hasat sırasında meydana gelen mekanik zararlanmalar, hastalık yapıcı etmenleri etkin hale getirmekte ve hasat sonrası kalite kayıplarını hızlandırmaktadır.

Ülkemizde karnabahar yetiştiriciliği yapılan yerlerde karnabaharlar tacın sararması ve pörsümesini engellemek amacıyla hasattan sonra yapraklı olarak pazara ulaştırılmakta ve yapraklar satış anında temizlenmektedir. Karnabaharların soğukta muhafazası ülkemizde henüz yaygınlaşmamıştır. Muhafaza öncesi önsoğutma yapılmamakta, muhafaza sırasında ise uygun sıcaklık ve nem düzeyleri bilinmediği ve sağlanamadığından, ürünün kalitesinde hızlı bir azalma olmaktadır. Ayrıca soğuk taşımacılık koşullarının da tam olarak bilinmemesi, karnabaharların uzak pazarlara ulaştırılması sırasında pazarlanabilme özelliğini hızla yitirmesine neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, karnabaharlarda hasattan sonra oluşan kalitatif ve kantitatif değişimlere farklı ambalaj materyalleri ve depo koşullarının etkilerini dikkate alarak optimum depolama koşullarını belirlemektir. Ayrıca çalışma ile, karnabaharlarda muhafaza sırasında ortaya çıkan patolojik etmenlerle bunların hasat sonrası kaliteye etkilerinin saptanması da amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Karnabaharın tüketilen kısmı olan tacı pek çok sebze türünde olduğu gibi çok hassas bir yapıya sahiptir ve bu nedenle hasat sonrası dayanım süresi çok kısadır. Optimum muhafaza koşullarında dahi yalnızca birkaç hafta saklanabilen bir sebze türü olan karnabaharlarda hasat sonrası kayıpların azaltılması, pazarlama kalitesinin uzun süre korunması ve muhafaza ömrünün artırılması amacıyla yapılmış araştırma sayısı oldukça sınırlıdır.

Günay (1984), ülkemizde karnabaharların genellikle soğukta muhafaza edilmediğini ve bu türün 0°C sıcaklık ve %95 oransal nemde 30 gün süre ile pazarlanabilme özelliğini yitirmeden muhafaza edilebileceğini bildirmektedir. Hardenburg et al.'a (1986) göre karnabaharın muhafaza ömrü 3°C'de 2 hafta; 5°C'de 7-10 gün; 10°C'de 5 gün ve 15°C'de 3 gündür. Pantastico'ya (1975) göre Snowball karnabahar çeşidinin 7 hafta boyunca pazarlanabilecek koşullarda kalmasını sağlamak için %85-95 oransal nem düzeyi ile, 0°C-1.7°C'lik bir sıcaklık derecesine gereksinim duyulmaktadır. Muhafaza ömrü, ürünün depoya konulduğu sıradaki kalitesinin yüksek olması ve depo koşullarının optimum düzeyde tutulması ile en az 4 ila 6 hafta arasında değişmektedir (Salunkhe and Desai 1984).

Karnabaharda kalite kriterleri olarak; taç rengi, tacın sıklığı ve bütünlüğü ile nem kaybı dikkate alınmaktadır (Ryall and Lipton 1972). Bu nedenle karnabaharın başarılı bir şekilde muhafazasında zararlanmalara karşı tacı koruyan yaprakların sararma ve dökülmesinin önlenmesi ve ağırlık kaybının en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada karnabaharlar, 0°C'de %93 ve %97 olmak üzere farklı oransal nem düzeylerinde bir ay muhafaza edilmiş, düşük nemde ağırlık kaybının %3.4, yüksek nemde ise %1.2 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yüksek nem oranlarının, yapraklarda sararma ve dökülmeyi engellediği gözlenmiştir (Weichmann and Kraxner 1983, Hardenburg et al. 1986). Damen ise, karnabaharları 2°C'de 1 ve 3 gün süre ile soğutmanın taç rengine ve ağırlığına olan etkisini araştırdığı çalışmasında, karnabaharları 3 gün soğutmanın ağırlık kaybını azalttığını, fakat taç renginde belirgin bir farklılığa yol açmadığını belirlemiştir. Adamicki ve Kepka da yaptıkları diğer bir çalışmada normal havayla soğutulan depolarda, 1°C'de muhafaza edilen karnabaharlarda ürünün depoya konmasından 11 gün sonra %0.8'lik bir ağırlık kaybı olduğunu saptamışlardır. 67 gün sonra ise ağırlık kaybı %2.6'ya ulaşmıştır. Ağırlık kaybının çok düşük olmasının nedeninin depo içi oransal neminin %100'e yakın olmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır (Salunkhe and Desai 1984).

Diğer ürünlerde olduğu gibi karnabaharlarda da hasat sonrası önsoğutma, muhafaza ömrünün uzatılması açısından oldukça yararlı sonuçlar vermektedir. Thompson ve Kelly, karnabaharlarda tarla sıcaklığının uzaklaştırılması için önsoğutmanın yapılması ve önsoğutmadan sonra da soğuk zincirinin korunmasının gerekli olduğunu belirtmektedirler. Vakumla ve suyla önsoğutma, karnabaharda yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Vakumla soğutma öncesi yaprakları koparılmış karnabaharların ıslatılmasıyla hem soğutma hızı artmakta hem de ağırlık kaybı azalmaktadır. Islatılmayan taçlarda ise %2.3'lük bir ağırlık kaybı söz konusu olmaktadır. Yine, yaprakları alınmış olan karnabaharların 1°C sıcaklıktaki suda yaklaşık 20 dakika bekletilmeleri durumunda, ürün sıcaklığı 21°C'den 5°C'ye

düşmektedir. Plastik filmle sarılmış ve ısıtılmış karnabaharlarda önsoğutma yöntemiyle, 30 dakika içinde aynı sıcaklık derecesine ulaşılmaktadır (Salunkhe and Desai 1984, Hardenburg et al. 1986).

Karnabaharın muhafazasında, pazarlanmasında ve taşınmasında ürünün muhafaza ömrünü artırmak için farklı ambalaj materyalleri ve değişik paketleme yöntemleri kullanılmakta ve böylece kalitenin daha uzun süre korunmasına çalışılmaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmada karnabaharlar, tek tek küçük kutulara yerleştirilmiş ve daha sonra kutular polipropilen film ile sarılarak 8 gün süre ile muhafaza edilmişlerdir. Şeffaf selüloz film ile ambalajlanan kontrol olarak alınan taçların %60'ı *Botrytis* ile bulaşık iken, polipropilen filmle ambalajlananların %60'ının kalitesini koruduğu, %20'sinde kahverengileşme ve %10'unda da *Botrytis* zararının ortaya çıktığı belirlenmiştir (Salunkhe and Desai 1984, Bohill 1987). Araştırmacılar, karnabaharların düşük oransal nemde yumuşamalarını önlemek amacıyla, üzerinde 4-6 delik bulunan polipropilen torbalarda muhafaza edilmesinin iyi sonuç vereceğini belirtmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada, 10 µm kalınlığında polietilen torbalarda ambalajlanan karnabaharlarda, 20 ve 30 µm kalınlığındaki ambalajlara oranla kalitenin daha uzun süre korunduğu, kalın ambalaj materyallerinin ise bozulmaya yol açtığı saptanmıştır (Salunkhe and Desai 1984).

Karnabaharın kontrollü atmosferde muhafazası, hasat sonrası kalite değişimlerinin azaltılması açısından önem kazanan diğer bir tekniktir. Ryall and Lipton'a (1972) göre 0°C gibi düşük sıcaklıklarda depodaki %10 düzeyindeki CO₂, 4.4°-10°C gibi yüksek sıcaklıklarda ise %5 düzeyindeki CO₂, tatta bozulmaya neden olmaktadır. Yüksek CO₂ seviyesinden kaynaklanan bu istenmeyen tat ve yumuşama, ancak karnabahar pişirildikten sonra ortaya çıkmaktadır. Karnabaharların 2.5°, 5° ve 7.5°C'lerde %2 O₂ ve %5 CO₂ içeren ortamlarda muhafaza edilmeleri durumunda ise muhafaza süresinde artış olmaktadır (Hardenburg et al. 1986). Kader et al. (1985), karnabaharın kontrollü atmosferde muhafazasında 0°C sıcaklıkta %2-5 O₂ ve %2-5 CO₂'lik atmosfer bileşimini önermektedir. Lipton ve Harris tarafından yapılan bir çalışmada ise 2.5°, 5° ve 7.5°C sıcaklık ve %2, 4 ve 6 O₂ düzeyine sahip ortamlarda 3 hafta muhafaza edilen karnabaharlar ile, normal atmosferde muhafaza edilenler arasında tat ve görünüş açısından bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Ancak, %1 O₂ seviyesinde depolanan karnabaharların pişirme sonrası kötü bir tat ve kokuya sahip oldukları saptanmıştır (Ryall and Lipton 1972). Romo et al. (1989), kontrollü atmosferde muhafaza sırasında O₂ konsantrasyonunun %3'e düşürülmesiyle ağırlık kaybında çok az bir düşüş olduğunu, CO₂ konsantrasyonunun %5'in üzerine çıkarılması durumunda ise, ağırlık kaybının belirgin bir şekilde azalma gösterdiğini belirlemişlerdir. Buna karşın, muhafaza süresince %10 CO₂'e maruz bırakılan karnabaharlarda, 52 gün sonra normal atmosferde muhafaza edilenlerden daha fazla ağırlık kaybı olmuştur. Fritz et al. (1979), karnabaharın 0°-1°C sıcaklık, %95 oransal nem, %5 CO₂+%16 O₂ ve %3 CO₂+%2.5 O₂ içeren kontrollü atmosfer ortamında C vitamini kapsamında oluşan değişimleri incelemişlerdir. Araştırmada, kontrollü atmosferde C vitamini kapsamı azalırken, normal atmosfer koşullarında bu değer arttığı belirlenmiştir.

Ürünlerde görülen enzimatik kahverengileşme, özellikle ürünün işlenmesi sırasında büyük sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle enzim çalışmaları ürünlerin işlenmesi sırasında enzimlerin

aktivasyonunun sınırlandırılması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Karnabaharda enzimatik kahverengileşmede özellikle muhafaza sırasında artış görülmesine rağmen, bu konuda yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Karnabaharda kahverengileşmeye ve hasat sonrası kalite kayıplarına yol açan enzimlerin peroksidaz ve polifenol oksidaz olduğu belirlenmiştir. Kahverengileşmeyi geciktirmek veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla yapılan bir araştırmada, karnabaharlar 50°C'de 15 dakika yüksek sıcaklığa maruz bırakılarak peroksidaz enziminin inaktif hale getirilmesi sağlanmıştır. Bundan sonra derin dondurularak saklanan karnabaharlarda kahverengileşme görülmemiştir (Lee and Pennesi 1984). Yine enzimatik kahverengileşmeyi önlemek amacıyla karnabahar ekstraktları 70°, 80° ve 90°C'lik yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmış, ayrıca %0.05-0.2'lik SO₂ ve %0.1-1'lik askorbik asitle muamele edilmişlerdir. Kahverengileşmeyi önlemede sıcaklık uygulamalarının iyi sonuç verdiği görülmüştür (Nogueira and Silwa 1992). Karnabaharların taze halde pazarlanması sırasında oluşan renk kaybını gidermek amacıyla yapılan herhangi bir çalışmaya ise rastlanmamıştır.

Karnabahar yetiştiriciliği sırasında yapılan kimyasal madde uygulamaları da hasat sonrası kalite kayıplarının azaltılmasına ve muhafaza süresinin uzamasına yardımcı olmaktadır. NAA ve 2,4-D uygulamaları sonrası karnabaharların 0°C'de muhafazası sonucunda yaprakların sararması ve dökülmesi önlenmiş, ürünler yaklaşık 6 hafta süreyle pazarlanabilme özelliklerini sürdürmüşlerdir. Salunkhe and Desai'ye (1984) göre 50-100 mg NAA içeren kağıtlara sarılmış karnabaharların 0°C'de muhafazası sırasında ağırlık kaybı ve yaprak dökülmesi azalmaktadır. 0°C'de, %2.5 CO₂ ve %2.5 O₂ içeren kontrollü atmosferde N⁶-BA ve mikostatin gibi yaşlanmayı geciktirici ve dezenfektan kimyasalların kullanımıyla, polietilenle ambalajlanmış karnabaharların muhafaza ömrünün yaklaşık iki katına çıktığı belirtilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma, 1995-1997 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Soğuk Hava Depoları, Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ve Sebze Bahçesi'nde yürütülmüştür. Karnabaharların ambalajlanmasında aşağıda özellikleri belirtilen deliksiz polietilen (PE), polipropilen (PP) ve her birinde 0.5 cm çapında 18 adet delik bulunan 5 kg'lık delikli PE ve PP poşetler ile streç film den yararlanılmıştır. Karnabaharların bir grubu da kontrol olarak açıkta kasalar içinde muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan ambalaj materyallerinin oksijen, karbondioksit ve su buharı geçirgenlikleri

Ambalaj malzemesi	Oksijen (1)	Karbondioksit (1)	Su buharı (2)
STR	18 000'den fazla	18 000'den fazla	-
PP	4 237	11 580	10.8
PE	9 092	24 800	21.7

(1) cc/m²/gün/25°C

(2) g/gün/%90 oransal nem/37.8°C

Muhafaza süresince karnabaharlarda oluşan kalite değişimlerinin belirlenmesinde; Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ile, hastalık etmenlerinin teşhisinde Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarı'nda bulunan olanaklar kullanılmıştır.

Denemede bitkisel materyal olarak Iglo F₁ karnabahar çeşidi kullanılmıştır. Iglo F₁, düzgün şekilli ve sıkı yapılı taçlara sahip olan erkenci bir çeşittir. Taç rengi beyaz ve orta iriliktir. Geniş, uzun ve dalgalı yapraklar tacı sarar. Çeşit erkenci olmasına rağmen, ağır bünyeli topraklarda yetiştirilebilmektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Karnabaharların üretimi

Karnabahar tohumları, Bölümümüze ait sebze bahçesinde, fide elde etmek amacıyla hazırlanan soğuk yastıklara ekilmiş, yeterli büyüklüğe ulaşan fideler 80x60 cm aralık ve mesafelerde araziye dikilmiştir. Yetiştirme sırasında gerekli sulama, gübreleme ve çapalama gibi bakım işlemleri yapılmıştır (Günay 1984). İrilik ve baş sıklığı kriterleri dikkate alınarak ortalama 1100g ağırlığa ulaşan karnabaharlar hasat edildikten sonra muhafaza ortamlarına alınmışlardır.

3.2.2. Karnabaharların muhafazaya hazırlanması

Karnabaharlar açıkta, streç filme sarılarak, delikli ve deliksiz polietilen ve polipropilen torbalarda depolanmıştır. Her bir torbaya 2' şer adet taç yerleştirilmiştir. Açıktaki karnabaharların ise bir grubu yaprakları ayıklanmış, bir grubu da yaprakları ayıklanmamış olarak 20 kg'lık plastik kasalara, içerisinde 6 adet olacak şekilde konularak muhafaza ortamına alınmışlardır. Bunun dışında kalan tüm uygulamalarda karnabahar taçlarındaki dış yapraklar ayıklanmıştır.

3.2.3. Muhafaza koşulları

Denemeye alınan karnabaharlar 0° ve 5°C sıcaklık ile %85-90 oransal nem içeren soğutuculu depolar ile sıcaklığı araştırma süresince 0°-7°C arasında değişen soğutucusuz depoda muhafaza edilmiştir. Karnabaharlar deneme ortamlarına alınmadan önce, 4 saat süre ile 0°C'lik ortamda tutularak hava ile önsoğutulmuştur.

3.2.4. Karnabaharlarda yapılan gözlem, ölçüm ve analizler

Haftalık aralıklarla muhafaza edildikleri ortamdan alınan karnabaharlarda aşağıda belirtilen gözlem, ölçüm ve analizler yapılmıştır. Ölçüm ve analizler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve her tekerrürde 2'şer adet taç kullanılmıştır.

3.2.4.1. Ağırlık kaybı

Muhafaza süresince ağırlık kayıplarını belirlemek için ayrılan karnabaharlarda ağırlık ölçümleri, 0.001g duyarlılıkta Sartorius marka terazi yardımıyla hasat dönemi ile hasadı izleyen haftalık analiz dönemlerinde yapılmış ve ağırlık kayıpları başlangıca göre % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.2. Renk ölçümü

Araştırma süresince karnabaharlarda meydana gelen renk değişimleri Minolta CR-200 marka renk ölçer yardımıyla belirlenmiş ve her tekerrüre ait taçlarda 3 farklı bölgede ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar örneklerin beyazlık ve parlaklığını gösteren "L" değeri ile ifade edilmiştir.

3.2.4.3. Polifenol oksidaz enzim aktivitesi

–Ekstraksiyon

Her bir tekerrüre ait karnabahar örneklerinden el presi yardımı ile karnabahar suyu elde edilmiş ve bundan alınan 5 ml örnek 2°C'de 10.000 devirde 5 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi

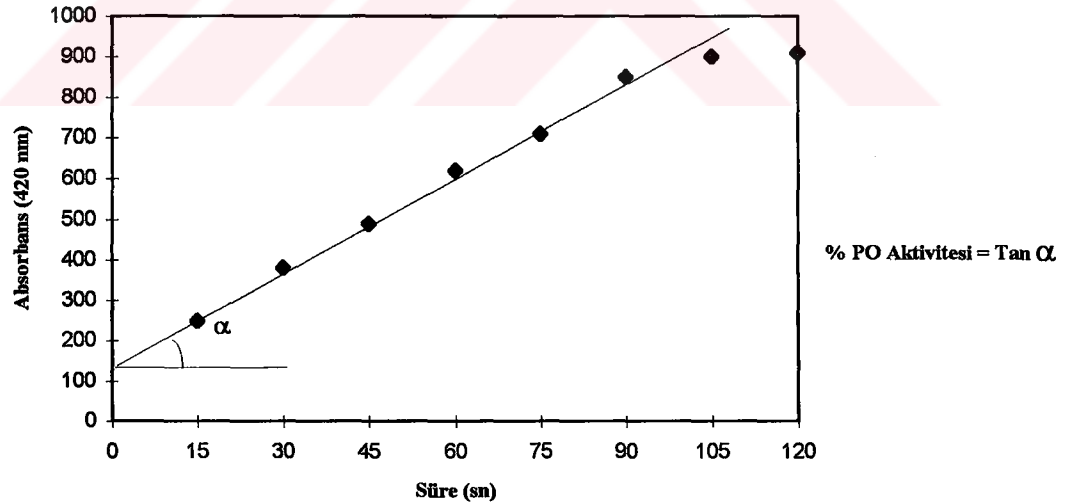
sonucunda üst kısımda kalan kısım filtre kağıdı ile süzildükten sonra deney tüplerine konarak su banyosunda 30°C'de 5 dakika süre ile inkübe edilmiştir (Fujita et al. 1990). İnkübe edilen örnek daha sonra spektrofotometre okumalarında kullanılmıştır.

-Spektrofotometre okumaları

Polifenol oksidaz aktivitesi, Perkin Elmer marka spektrofotometre ile 420 nm dalga boyunda, kontrol olarak 0.5 M catechol çözeltisi kullanılmak suretiyle belirlenmiştir. Bu amaçla inkübe edilmiş kısımdan 2 ml ölçülerek spektrofotometre tüpüne konmuş ve bu örnekle spektrofotometre sıfırlanmıştır. Daha sonra üzerine 2 ml 0.5 M catechol çözeltisinden ilave edilmiş ve örnekle iyice karışması sağlanmıştır. Spektrofotometrenin kapağı kapatıldıktan sonraki ilk okuma, ardından iki dakika süre ile 15'er saniyelik aralıklarla okumalar kaydedilmiştir.

-Enzim aktivitesinin hesaplanması

Karnabahar örneklerindeki polifenol oksidaz aktivitesinin hesaplanması amacı ile her bir örneğe ait ve her bir zaman birimine karşılık gelen absorbans değerleri grafik üzerine işlenmiştir. Her bir grafiğin doğrusal eğimi hesaplanarak enzim aktivitesi % olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Polifenol oksidaz enzim aktivitesinin hesaplanması

3.2.4.4. Tat

Muhafaza süresince tat değişimi, 15 dakika süre ile haşlanan karnabaharlarda 9 kişilik jüri tarafından her analiz döneminde yapılan duyuşal değerdendirmelerle belirlenmiştir. Değerdendirme, 5-1 (5 : Mükemmel, 4: İyi, 3 : Orta, 2 : Kötü, 1 : Çok kötü) arasında verilen puanlamaya göre yapılmıştır. Üç puan-tüketim özelliğı açısından sınır değerdere olarak kabul edilmiştir.

3.2.4.5. Enfeksiyon kaynakları

Her uygulama için ayrılan örneklerde oluşşan enfeksiyonlar, her analiz döneminde duyuşal olarak incelenmiştir. Enfeksiyona yol açşan organizmalar Bitki Koruma Bölümü tarafından en az cins düzeyinde ve önemli mikroorganizmalar da tür düzeyinde belirlenmiştir.

3.2.4.6. Gözleme dayalı genel kalite değerdendirmesi

Bu amaçla her analiz döneminde her uygulama için depolama başşlangıcında ayrılan örneklerde taçlardaki gevşeme, sürgün gelişimi, büyüme, renk değışimi, ambalaj içinde nemlenme, ambalajlar açıldığında oluşşan koku ve haşlama sonrası oluşşan koku gibi kalite kayıpları gözlenmiş sonuçlarına dayanılarak 5-1 (5 : Mükemmel, 4 : İyi, 3 : Orta, 2 : Kötü, 1 : Çok kötü) arasında değışşen puanlama yapılmıştır. Üç puan satış ve tüketim özellikleri açısından sınır değerdere olarak kabul edilmiştir.

3.2.4.7. İstatistiksel değerdendirme

Deneme üç tekerrürlü ve her tekerrürde iki karnabahar bulunacak şekilde, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre kurulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıklar %5 hata sınırları dikkate alınarak Duncan testine göre hesaplanmıştır (Düzgüneş 1963).

4. SONUÇLAR

4.1. Ağırlık Kaybında Oluşan Değişimler

Üç farklı depo ortamında farklı ambalaj malzemeleri kullanılarak yapılan 35 günlük muhafaza sırasında karnabaharlarda oluşan ağırlık kayıpları Çizelge 2 ile Şekil 2-4'te verilmiştir.

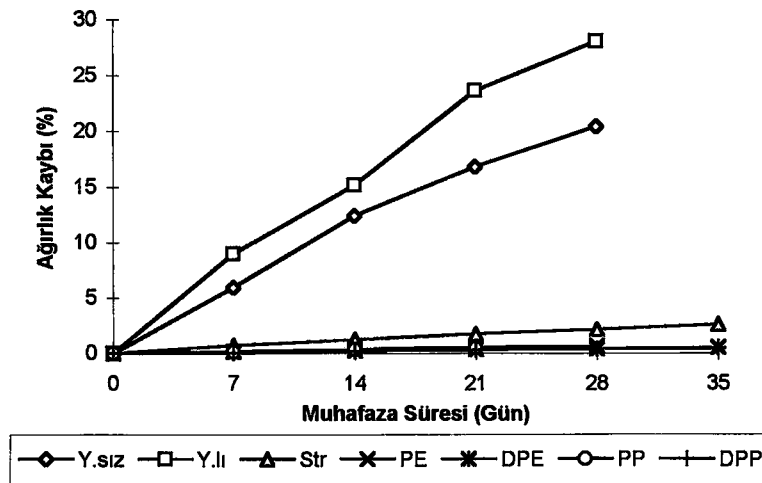
Ağırlık kaybı muhafaza süresince tüm uygulamalarda artış göstermiş, ancak her 3 depo koşulunda da yapraklı ve yapraksız olarak muhafazaya alınan kontrollarda, ambalajlı karnabaharlara göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. En yüksek ağırlık kaybı yapraklı karnabaharlarda 0°C'de %28.06 olarak belirlenmiş, bunu %20.68 ile soğutucusuz depodaki yapraklı karnabaharlar ve %20.42 ile 0°C'de depolanan yapraksız karnabaharlar izlemiştir. 5°C'de ve soğutucusuz depoda muhafaza edilen yapraksız örneklerde ağırlık kayıpları sırasıyla %12.01 ve %13.76 olarak belirlenirken yapraklı karnabaharlarda muhafaza süresinin sona erdiği 28. günde bu değerler sırasıyla %18.8 ve %20.68 gibi oldukça yüksek bulunmuştur. Buna karşılık streç film, DPE ve DPP'le ambalajlanmış taçlarda, 35 günlük muhafaza süresi sonundaki ağırlık kayıpları incelendiğinde en az kaybın 0°C'de depolanan DPP ve DPE ambalajlı karnabaharlarda görüldüğü, Sz ortamda ağırlık kaybının oldukça arttığı ve streç ambalajlı örneklerde genel olarak ağırlık kaybının DPP ve DPE örneklerden yüksek olduğu saptanmıştır. Deliksiz ambalajlardaki ağırlık kayıpları da açıkta yapraklı ve yapraksız depolanan karnabaharlara göre daha düşük olmuştur. Muhafaza süresince en hızlı kalite kaybının ortaya çıktığı PP ambalajlı örneklerin ağırlık kaybı PE ambalajlı karnabaharlara göre daha yüksek olmuş ve bu örneklerde Sz depoda, 0° ve 5°C'lere göre ağırlık kaybının yükseldiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. 0°, 5°C ve Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyalleri ile depolanan karnabaharlarda muhafaza süresince oluşan ağırlık kayıpları (%)**

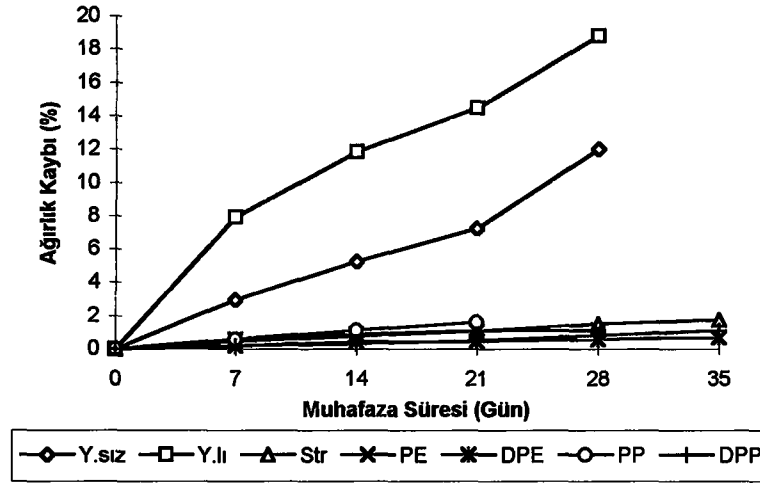
Uygulamalar*	Sıcaklık(°C)	Muhafaza Süresi (Gün)				
		7	14	21	28	35
-Y	0	5.91 a	12.41 a	16.18 a	20.42 a	-
	5	2.95 b	5.25 c	7.24 b	12.01 c	-
	Sz	5.35 a	7.98 b	9.40 b	13.76 b	-
Y	0	8.95 a	15.13 a	23.66 a	28.06 a	-
	5	7.92 a	11.8 b	14.47 b	18.80 b	-
	Sz	8.72 a	13.16 a	16.68 b	20.68 b	-
Str	0	0.70 b	1.20 b	1.72 b	2.12 b	2.57 b
	5	0.41 b	0.78 b	1.07 b	1.48b	1.76 b
	Sz	1.65 a	2.77 a	4.13 a	5.41 a	8.20 a
PE	0	0.18 b	0.37 b	0.50 a	0.64 a	-
	5	0.56 a	0.87 a	1.09 a	1.14 a	-
	Sz	0.69 a	0.97 a	1.25 a	1.48 a	-
DPE	0	0.14 b	0.25 b	0.34 b	0.40 b	0.49 b
	5	0.18 b	0.41 b	0.44 b	0.56 b	0.67 b
	Sz	0.45 a	1.78 a	4.77 a	8.20 a	9.50 a
PP	0	0.12 b	0.32 c	0.46 b	-	-
	5	0.59 a	1.10 b	1.62 a	-	-
	Sz	0.86 a	1.82 a	2.23 a	-	-
DPP	0	0.02 c	0.16 b	0.26 b	0.41 a	0.48 a
	5	0.15 a	0.32 b	0.51 ab	0.79 a	1.09 a
	Sz	0.74 b	0.87 a	1.12 a	1.42 a	1.85 a

*-Y: dış yaprakları temizlenmiş olarak kasada, Y: yapraklı olarak kasada, Str: yapraksız streç film ile sarılmış, PE: polietilen, DPE: delikli polietilen, PP: polipropilen, DPP: delikli polipropilen

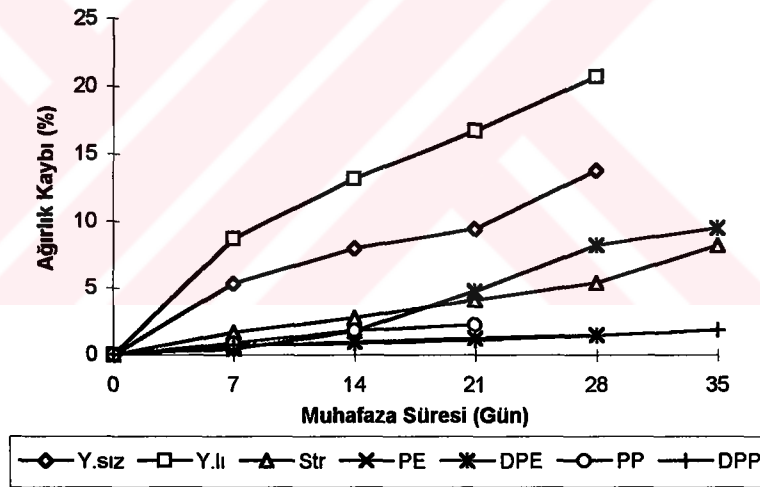
** Muhafaza süreleri içerisinde farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında %5 hata sınırları içerisinde önemli farklılık bulunmaktadır.



Şekil 2. 0°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların ağırlık kayıpları



Şekil 3. 5°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların ağırlık kayıpları



Şekil 4. Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların ağırlık kayıpları

4.2. Renk Değişimi

Karnabaharlarda haftalık aralıklarla yapılması planlanan renk ölçümleri, renk ölçerle meydana gelen arıza nedeni ile bazı haftalarda gerçekleştirilememiştir. Yapılabilen ölçümler, muhafaza süresince oluşan renk değişimi konusunda fikir verdiğinden mevcut sonuçların verilmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

Yapılan renk ölçümleri, muhafaza süresince karnabaharların renginde kahverengileşme olduğunu, bir başka deyişle beyaz rengin zamanla kaybolduğunu göstermiştir (Çizelge 3, Şekil 5-7).

Depolama süresince en hızlı renk kaybı yapraksız olarak muhafaza edilen karnabaharlarda ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte 0°C’de depolanan karnabaharlarda depolama süresince renk kaybının oldukça azaldığı, hasat sırasında 86-87 civarında olan L değerinin 35 günlük muhafaza süresince 82.83'lere düştüğü saptanmıştır. Bu depo koşulunda en fazla renk kaybı DPP ambalajlı karnabaharlarda belirlenmiştir. 5°C’de de renk kaybı 0°C’de depolanan karnabaharlara yakın ancak biraz daha düşük olurken en hızlı renk kaybı Sz depoda ortaya çıkmıştır. Bu depoda da DPP ambalajlı karnabaharlarda renk kaybının oldukça arttığı görülmüştür. Renk kaybı depo koşullarından önemli ölçüde etkilenmesine karşın muhafaza süresince hiçbir uygulamada L değeri 70’in altına düşmemiştir.

Çizelge 3. 0°, 5°C ve Soğutucusuz depoda değişik ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda oluşan renk değişimleri (L)*

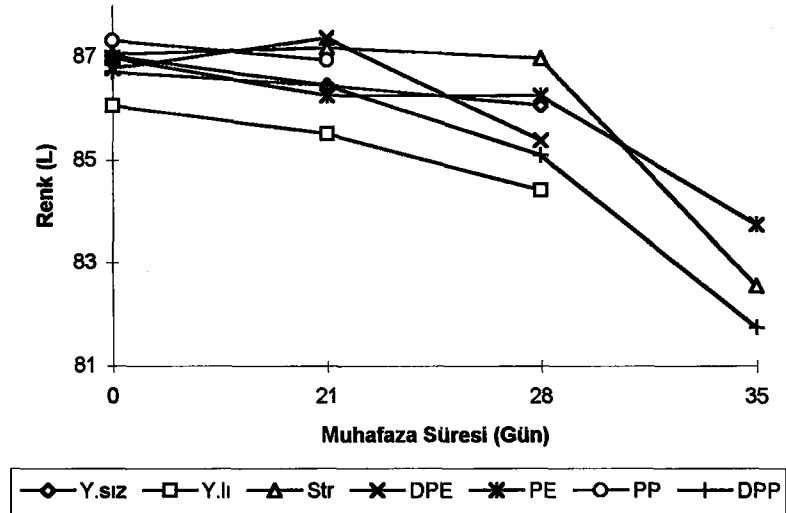
Sıcaklık (°C)	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)							
		0	7	14	21	28	35		
0	-Y	87.02	86.46	86.07	*	*	-	82.69a	
	Y	86.06	85.51	84.41	*	*	-		
	Str	87.05	87.18	86.98	*	*	82.56		
	PE	86.78	87.37	85.39	*	*	-		
	DPE	86.98	86.26	86.25	*	*	83.75		
	PP	87.31	86.94	83.77	*	-	-		
	DPP	86.71	86.45	85.10	*	*	81.75		
Sz	-Y	86.22	87.76	82.85	*	*	-	72.96 b	
	Y	85.94	85.85	83.88	*	*	-		
	Str	86.57	83.75	82.69	*	*	72.23		
	PE	86.11	85.92	85.28	*	*	-		
	DPE	86.34	84.96	81.68	*	*	75.03		
	PP	84.91	84.62	82.10	*	-	-		
	DPP	86.11	83.66	81.32	*	*	71.61		
5	-Y	86.62	*	*	77.76 a	75.28 a	*		
	Y	86.00	*	*	83.06 a	81.61 a	*		
	Str	86.81	*	*	82.56 a	82.34 a	*		
	PE	86.45	*	*	82.49 a	80.27 a	*		
	DPE	86.66	*	*	84.87 a	78.68 a	*		
	PP	86.11	*	*	81.85 a	79.00 a	*		
	DPP	86.41	*	*	83.15 a	79.90 a	*		

*Yapılan istatistiki analiz sonucunda Sıcaklık x Uygulama interaksiyonunun önemsiz oluşu nedeniyle harflendirmeler sadece genel ortalamalarda yapılmıştır.

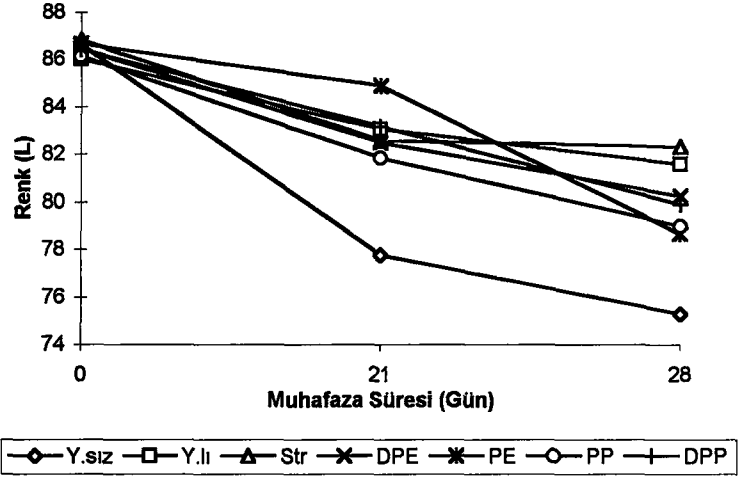
Çizelge 3'ün devamı

Uygulamalar	Sıcaklık (°C)	Muhafaza Süresi (Gün)					
		0	7	14	21	28	35
-Y	0	87.02	86.46	86.07	*	*	-
	5	86.62	*	*	77.76	75.28	-
	Sz	86.22	87.76	82.85	*	*	-
Y	0	86.06	85.51	84.41	*	*	-
	5	86.00	*	*	83.06	81.61	-
	Sz	85.94	85.85	83.88	*	*	-
Str	0	87.05	87.18	86.98	*	*	82.56
	5	68.81	*	*	82.56	82.34	*
	Sz	86.57	83.75	82.69	*	*	72.23
PE	0	86.78	87.37	85.39	*	*	-
	5	86.45	*	*	82.49	80.27	-
	Sz	86.11	85.92	85.28	*	*	-
DPE	0	86.98	86.26	86.25	*	*	83.75
	5	86.66	*	*	84.87	78.68	-
	Sz	86.34	84.96	81.68	*	*	75.03
PP	0	87.31	86.94	83.77	*	*	-
	5	86.11	*	*	81.85	79.00	-
	Sz	84.91	84.62	82.10	*	*	-
DPP	0	86.71	86.45	85.10	*	*	81.75
	5	86.41	*	*	83.15	79.90	-
	Sz	86.11	83.66	81.32	*	*	71.61

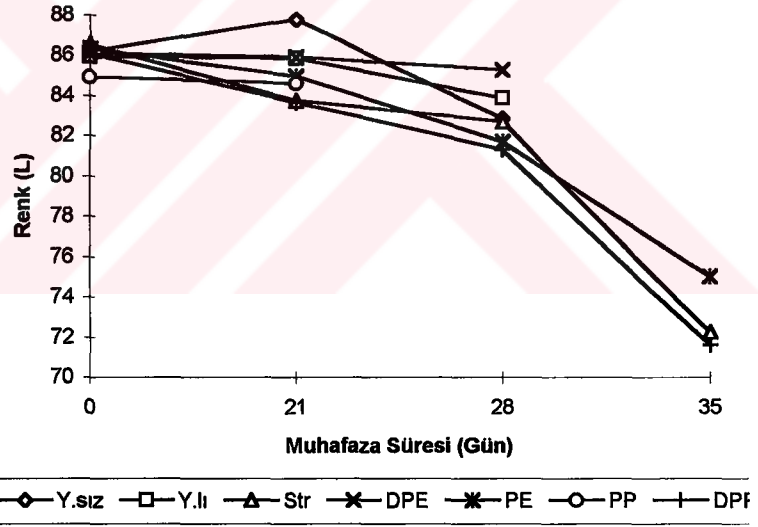
* : Alette meydana gelen arıza nedeni ile ölçüm yapılamamıştır.



Şekil 5. 0°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda renk değişimleri



Şekil 6. 5°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda renk değişimleri



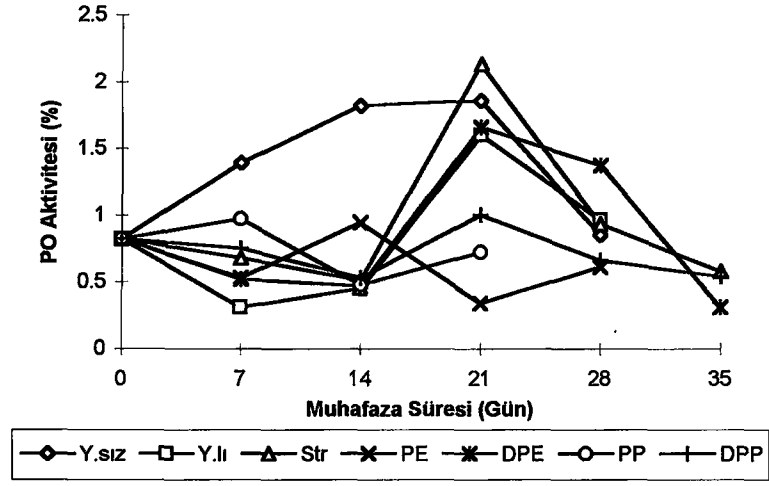
Şekil 7. Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda renk değişimleri

4.3. Polifenol Oksidaz Enzim Aktivitesi

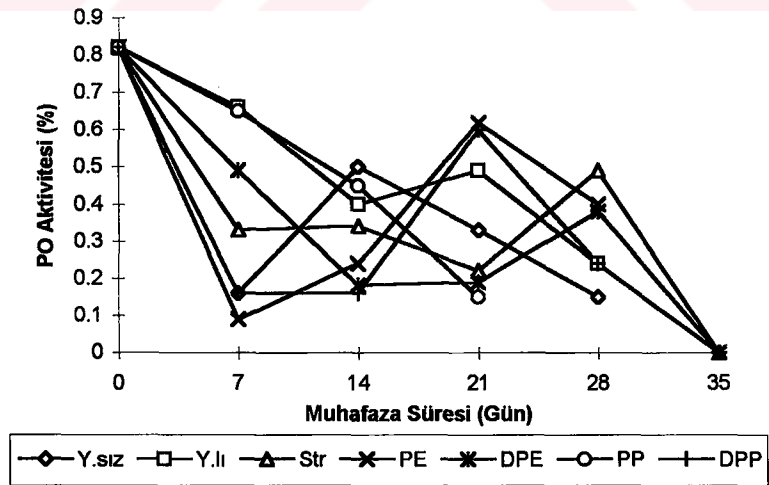
Karnabaharların muhafazası süresince polifenol oksidaz enzim aktivitesinde depo sıcaklıklarına bağlı olarak önemli değişimler olurken, ambalaj tipleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4, Şekil 10-12). Muhafazanın 7. gününden itibaren 0°C'de depolanan örneklerde 5°C ve Sz depodakilere göre muhafaza süresince istatistiki açıdan önemli derecede yüksek PO aktivite değerleri saptanmıştır. 5°C'de depolanan karnabaharlarda Sz depodakilere göre PO enzim aktivitesi daha yüksek olmasına karşın bu farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Tüm karnabaharların PO aktivitesi muhafazanın belirli dönemlerinde yükselmiştir.

Çizelge 4. 0°, 5°C ve Soğutucusuz depoda değişik ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların PO enzim aktivitesi değerleri (%)

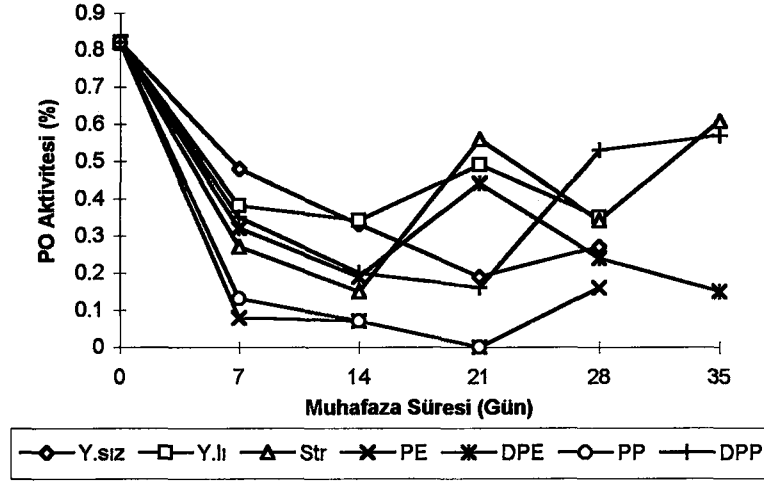
Uygulamalar	Sıcaklık(°C)	Muhafaza Süresi (Gün)					
		0	7	14	21	28	35
-Y	0	0.82	1.39 a	1.82 a	1.86 a	1.85 a	-
	5	0.82	0.16 b	0.50 b	0.33 b	0.15 b	-
	Sz	0.82	0.48 b	0.33 b	0.19 b	0.27 b	-
Y	0	0.82	0.31 a	0.45 a	1.60 a	0.96 a	-
	5	0.82	0.66 b	0.40 a	0.49 b	0.24 c	-
	Sz	0.82	0.38 b	0.34 a	0.49 b	0.35 b	-
Str	0	0.82	0.68 a	0.51 a	2.13 a	0.93 a	0.58 a
	5	0.82	0.33 b	0.34 a	0.22 b	0.49 b	- b
	Sz	0.82	0.27 b	0.15 a	0.56 b	0.34 b	0.61 a
PE	0	0.82	0.53 a	0.94 a	0.34 ab	0.61 a	-
	5	0.82	0.09 b	0.24 b	0.62 a	0.40 b	-
	Sz	0.82	0.08 b	0.07 b	-	0.16 c	-
DPE	0	0.82	0.52 a	0.47 a	1.66 a	1.37 a	0.31 a
	5	0.82	0.49 a	0.18 a	0.19 a	0.38 b	-
	Sz	0.82	0.32 b	0.19 a	0.44 b	0.24 b	0.15 b
PP	0	0.82	0.97 a	0.48 a	0.72 a	-	-
	5	0.82	0.65 b	0.45 a	0.15 b	-	-
	Sz	0.82	0.13 c	0.07 a	-	-	-
DPP	0	0.82	0.75 a	0.53 a	1.00 a	0.66 b	0.54 a
	5	0.82	0.16 b	0.16 b	0.60 ab	0.24 c	-
	Sz	0.82	0.35 b	0.20 ab	0.16 b	0.53 a	0.57 a



Şekil 8. 0°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda PO enzim aktivitesi değişimleri



Şekil 9. 5°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda PO enzim aktivitesi değişimleri



Şekil 10. Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharlarda PO enzim aktivitesi değişimleri

4.4. Tat Değişimi

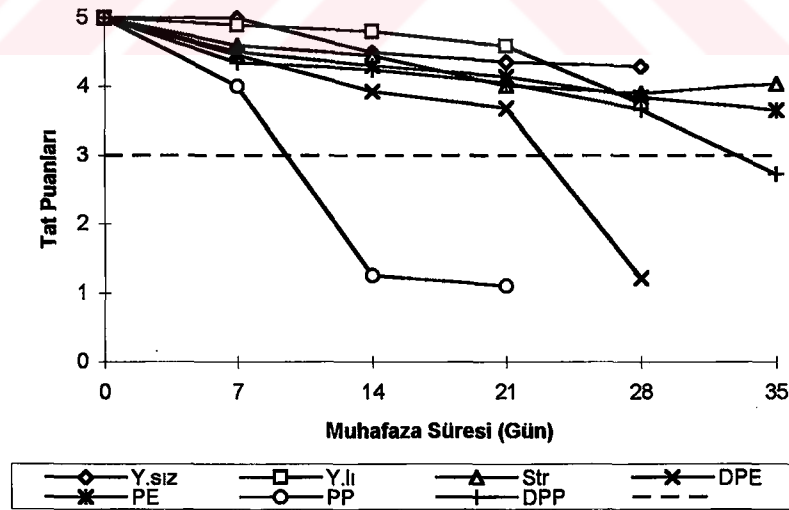
Muhafaza süresince karnabaharların tadında depo sıcaklıkları ve ambalaj tiplerine bağlı olarak önemli değişimler olmuştur (Çizelge 5, Şekil 11-13). PP torbalarda depolanan karnabaharlarda muhafazanın ilk gününden itibaren tadda değişim hızlanmış ve 14 günlük muhafaza süresi sonunda Sz depodaki karnabaharlar dışında tat, sınır değeri olarak kabul edilen 3 puanın altına düşmüştür. Üç haftalık depolama süresi sonunda depo sıcaklığına bağlı kalmadan bu ambalaj tipindeki tat puanı ortalaması 1.17 olarak belirlenmiş ve 21 gün sonra karnabaharlar depodan çıkarılmıştır. Buna karşılık PE ambalajlarda ve yapraklı olarak kasada muhafaza edilen karnabaharlar dışında kalanlarda 28 günlük muhafaza sonunda da başlangıca göre taddaki azalma düşük düzeylerde kalmıştır. Bu süre sonunda en yüksek tat değeri yapraksız olarak depolanan karnabaharlarda belirlenmiştir.

Depo sıcaklıkları da tat değişimi üzerinde etkili olmuştur. Ambalaj tipi dikkate alınmadan bir değerlendirme yapıldığında 21 günlük depolama süresi sonunda en yüksek değer Sz ve 0°C'de depolanan karnabaharlardan alınmıştır. 35 günlük muhafaza süresi sonunda sadece Str, DPE ve DPP ile ambalajlanmış karnabaharlarda analiz yapılmış ve bu süre sonunda Sz depoda DPE torbalarda depolanan karnabaharlarda tadın 4.17 gibi yüksek bir değerle korunduğu belirlenmiştir.

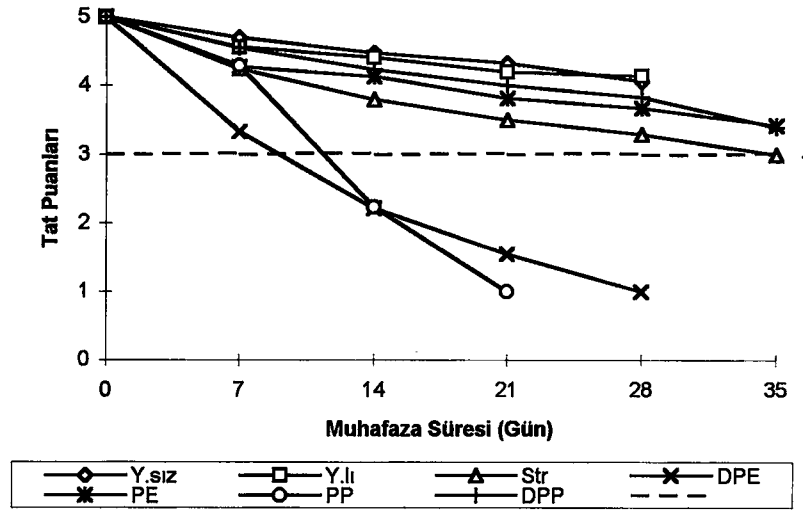
Çizelge 5. 0°, 5°C ve Soğutucusuz depoda değişik ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanları*

Uygulamalar	Sıcaklık (°C)	Muhafaza Süresi (Gün)					
		0	7	14	21	28	35
-Y	0	5.00 a	5.00 a	4.50 a	4.36 a	4.29 ab	-
	5	5.00 a	4.70 a	4.48 a	4.33 a	4.07 b	-
	Sz	5.00 a	5.00 a	4.66 a	4.59 a	4.58 a	-
Y	0	5.00 a	4.90 ab	4.80 a	4.59 a	3.76 a	-
	5	5.00 a	4.56 b	4.41 a	4.20 a	4.14 a	-
	Sz	5.00 a	5.00 a	4.66 a	4.50 a	4.11 a	-
Str	0	5.00 a	4.60 a	4.45 a	4.01 a	3.9 ab	4.04 a
	5	5.00 a	4.25 a	3.80 b	3.50 b	3.30 b	3.00 b
	Sz	5.00 a	4.75 a	4.66 a	4.42 a	4.17 a	3.77 a
PE	0	5.00 a	4.46 a	3.93 a	3.69 a	1.21 b	-
	5	5.00 a	3.33 b	2.22 c	1.55 b	1.00 b	-
	Sz	5.00 a	3.67 b	3.58 b	3.55 a	2.83 a	-
DPE	0	5.00 a	4.51 ab	4.30 b	4.14 ab	3.85 b	3.66 ab
	5	5.00 a	4.27 b	4.13 b	3.82 b	3.68 b	3.43 b
	Sz	5.00 a	4.75 a	4.58 a	4.42 a	4.42 a	4.17 a
PP	0	5.00 a	4.00 a	1.25 c	1.10 a	-	-
	5	5.00 a	4.29 a	2.23 b	1.00 a	-	-
	Sz	5.00 a	3.50 b	3.35 a	1.42 a	-	-
DPP	0	5.00 a	4.35 b	4.25 a	4.05 a	3.67 a	2.73 b
	5	5.00 a	4.55 ab	4.24 a	4.00 a	3.84 a	3.40 a
	Sz	5.00 a	4.75 a	4.44 a	4.33 a	4.17 a	3.83 a

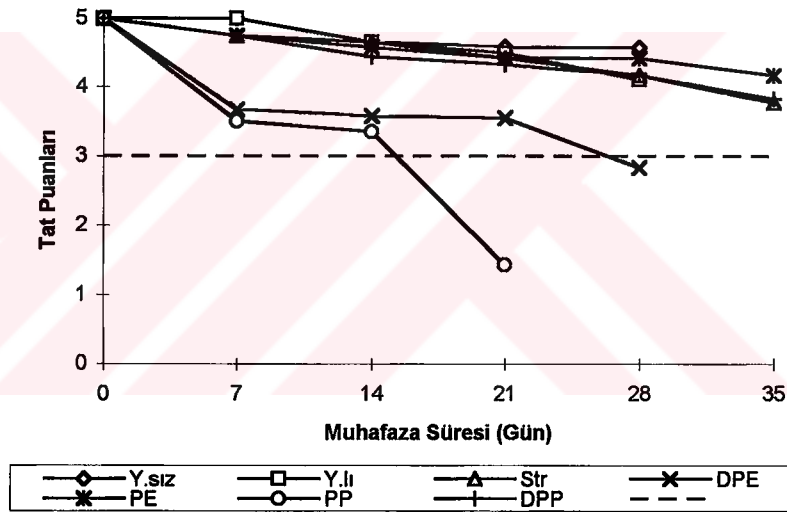
* 3 puan satış için sınır değer olarak kabul edilmiştir.



Şekil 11. 0°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanlarında oluşan değişimler



Şekil 12. 5°C'de farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanlarında oluşan değişimler



Şekil 13. Soğutucusuz depoda farklı ambalaj materyallerinde depolanan karnabaharların tat puanlarında oluşan değişimler

4.5. Gözleme Dayalı Kalite Değişimleri

Hasat edilerek depoya alınan karnabaharlar sıkı taç yapısına sahip ve beyaz-krem renkli iken, depolama süresince ambalaj materyali ve depo koşullarına bağlı olarak tacın gevşeyerek buketlerin ayrılmaya başladığı, rengin sarardığı, zedeli kısımlarda kahverengileşme, taçlarda da siyah beneklerin oluştuğu, taçların pörsüdüğü ve ambalaj içinde nemlenme ve istenmeyen koku oluştuğu belirlenmiştir.

Yapraklı olarak depolanan karnabaharlarda ilk kalite değişimi tüm depo koşullarında, taçların hafif gevşemesi ve yaprakların pörsümesi şeklinde ortaya çıkmıştır (Şekil 14 ve 15). Belirtilen bu kalite değişimleri her üç depo ortamında da 7. günden itibaren artmış ve 5°C'de 21., diğer depo koşullarında 28. günde özellikle pörsüme, taç dokusunun gevşemesi ve buketlerin açılması nedenleri ile yapraklı

karnabaharların satış özelliğini kaybettiği gözlenmiştir. Buna karşılık yapraksız olarak 3 farklı ortamda muhafaza edilen karnabaharlarda kalite değişimlerinin 7. günden itibaren başladığı, 28. güne kadar yapraklılara göre daha yavaş olmakla birlikte arttığı ve bu süre sonunda taç gevşemesi ve renk değişimine bağlı olarak karnabaharların satış kalitesini yitirdiği belirlenmiştir.



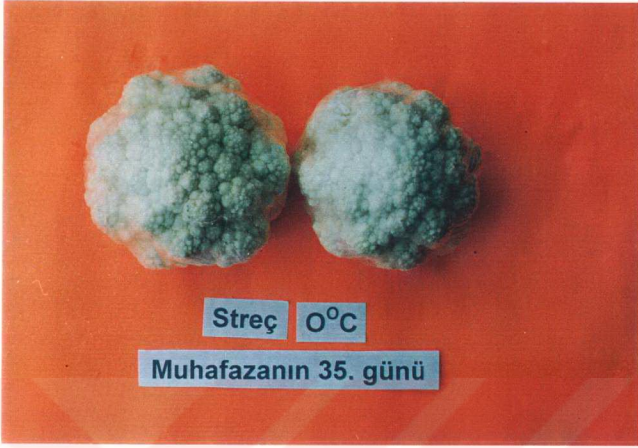
Şekil 14. Soğutucusuz depoda yapraklı olarak muhafaza edilen karnabaharların görünüşü



Şekil 15. 0°C'de yapraklı olarak muhafaza edilen karnabaharlar ve taç gevşemesi

Streç filme sarılarak muhafaza edilen karnabaharlarda kalite 0°C'de oldukça iyi korunmuş, 35 günlük muhafaza süresi sonunda hafif bir renk sararması dışında önemli bir kalite kaybı meydana gelmemiştir. 5°C 14. ve soğutucusuz depoda 21. günden itibaren hafif bir sararma başlamış ve renk değişimi muhafaza süresi sonuna kadar artmıştır. Depolama süresince her üç ortamda da taç yapısı sıkılığını korumuştur. Ayrıca taçların zedelenmiş yüzeylerinde kararma ve özellikle 5°C'de enfeksiyon belirtileri olduğu da gözlenmiştir (Şekil 16).

Deliksiz PE ambalajlarda muhafaza edilen karnabaharlarda 3 haftadan itibaren 5°C'de daha fazla olmak üzere renkte sararma başlamıştır. Her üç ortamda da muhafazanın 7. gününden itibaren ambalajlar içindeki nemlenme dikkati çekmiştir. Özellikle ambalaj içinde oluşan istenmeyen koku ve nemlenme nedenleri ile karnabaharların, 5°C'de 21. ve 0°C'de 28. günlerde satış özelliklerini kaybettiklerine karar verilmiştir.

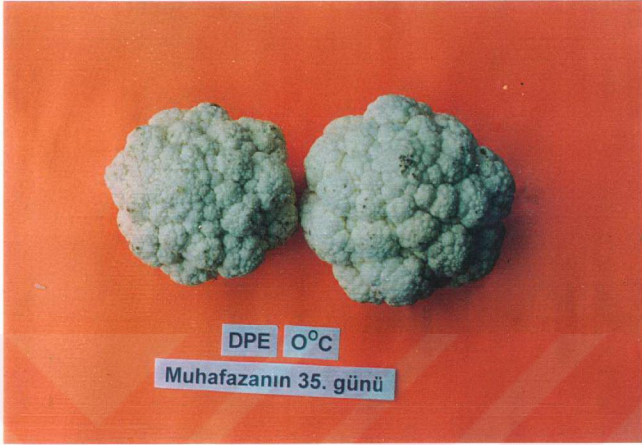


Şekil 16. Streç filmde muhafaza edilen karnabaharların görünüşü

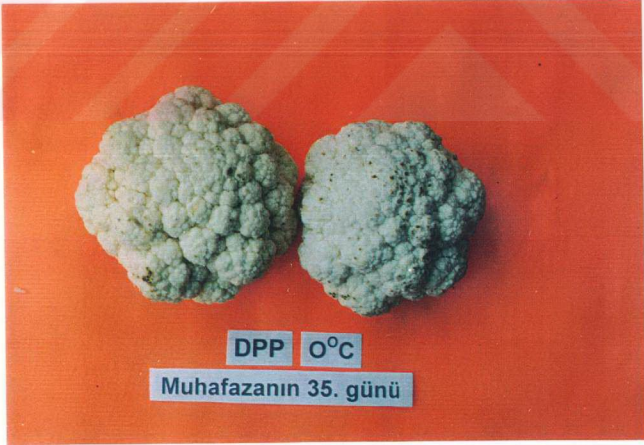
Deliksiz PP ambalajlarda her 3 depo ortamında da kalite kaybının oldukça hızlı olduğu gözlenmiştir. Sz depoda ve 5°C'de ambalaj içinde nemlenme, doku gevşemesi ve renk değişimi nedenleri ile 3. haftada karnabaharlar kalitelerini kaybederken, 0°C'de bu değişimler daha yavaş olmuş ve 4. haftada karnabaharlar satış özelliğini yitirmiştir.

DPE ambalajlarda 0° ve 5°C'lerde muhafaza edilen karnabaharların 28. güne kadar kalitelerinin çok iyi korunduğu, bu tarihten itibaren hafif sararma başladığı, 35. günde ise zedeli bölgelerde siyah beneklenmelerin olduğu gözlenmiştir. Sz depoda ise 21. günde hafif bir is kokusu ve eli boyayan is yoğunlaşması dikkati çekmiştir. DPE ambalajlarda muhafaza süresince taç sıklığı her üç depo ortamında da korunmuştur (Şekil 17).

DPP ambalajlarda 0°C'de 3 hafta süresince ambalaj içinde hafif nemlenme dışında karnabaharların kalitesini çok iyi koruduğu, 5°C'de ve Sz depoda ise 2. haftadan itibaren renkte sararma ve zedelenmiş kısımlarda kahverengileşme ile 5°C'de ambalaj içinde yoğun nem ve su birikiminin olduğu dikkati çekmiştir. Bu ortamda muhafazanın 35. günü enfeksiyonların da arttığı belirlenmiştir (Şekil 18). Sz depoda 21. günde ambalaj içinde islenme olduğu gözlenmiştir. Doku sıklığı her 3 ortamda da muhafaza süresince korunmuştur (Çizelge 6).



Şekil 17. DPE'de muhafaza edilen karnabaharların görünüşü



Şekil 18. DPP'de muhafaza edilen karnabaharların görünüşü

Çizelge 6. 0°, 5°C ve Soğutucusuz depoda muhafaza edilen karnabaharlarda gözleme dayalı kalite puanları*

Uygulamalar	Sıcaklık (°C)	Muhafaza Süresi (Gün)					
		0	7	14	21	28	35
-Y	0	5	5	4	4	1	-
	5	5	4	4	3	2	-
	Sz	5	4	4	3	2	-
Y	0	5	4	3	3	2	-
	5	5	4	3	2	1	-
	Sz	5	4	4	3	2	-
Str	0	5	5	5	5	4	4
	5	5	5	4	4	4	3
	Sz	5	5	5	4	4	2
PE	0	5	4	4	3	2	-
	5	5	4	3	2	1	-
	Sz	5	4	4	3	2	-
DPE	0	5	5	5	5	4	4
	5	5	5	5	5	4	3
	Sz	5	5	5	3	3	2
PP	0	5	4	3	3	-	-
	5	5	3	3	2	-	-
	Sz	5	4	3	2	-	-
DPP	0	5	5	5	4	3	3
	5	5	5	4	3	3	2
	Sz	5	5	4	3	2	2

* 3 puan satış için sınır değer olarak kabul edilmiştir.

4.6. Haşlama Sonrası İstenmeyen Koku Oluşumu ve Renk Değişimi

Her üç depolama koşulunda da PE ve PP ambalajlı karnabaharlar dışında haşlama sonrası koku oluşumu belirlenmemiştir. Muhafazanın 14. gününde PE ambalajlarda hafif kokuya rastlanırken, aynı süre içinde PP ambalajlarda keskin bir koku oluştuğu saptanmıştır. Bu yönden depo koşulları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

0° ve 5°C'de depolanan karnabaharlarda haşlama sonrası renk değişimine rastlanmamıştır. Sz depoda ise sadece yapraklı ve DPP ambalajlı karnabaharlarda renk değişimi olmamıştır. PE'de 14., DPE'de 21., yapraksız olarak plastik kasada depolanan karnabaharlarda 28. günde ve streç film ile kaplanmış örneklerde ise 35. gün sonunda haşlama sonrası rengin açık sarı olduğu, buna karşılık PP ambalajlarda depolanan karnabaharlarda 21. gün sonunda haşlama sonrası rengin kızıl-kahverengine dönüştüğü görülmüştür.

4.7. Enfeksiyon Kaynakları

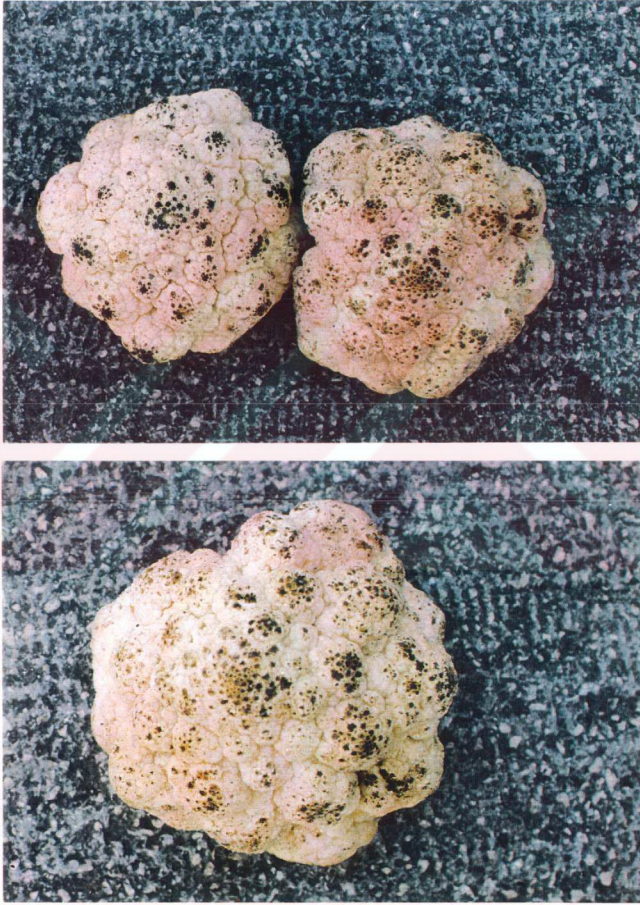
Depolama süresince karnabaharlarda enfeksiyon kaynaklı önemli bir kayıp gözlenmemekle birlikte uygulamalara göre enfeksiyonların farklı şekil ve düzeyde olduğu saptanmıştır (Çizelge 7). 0°C'de DPE'de depolanan karnabaharlardan sadece birinde muhafazanın 35. gününde siyah beşeklenme olmuş ve bu kısımlardan *Alternaria* sp. izole edilmiştir (Şekil 19). 5°C'de ise PP ve PE ambalajlarda depolama süresince herhangi bir enfeksiyon ortaya çıkmazken bunların delikli ambalajlarında siyah benekler ve üzerinde enfeksiyonlar gözlenmiştir. Streç kaplı karnabaharlarda 5°C'de muhafazanın 3. haftasında az da olsa siyah beneklenmelere rastlanmış 35. günde bu kısımlardan *Alternaria* sp. izole edilmiştir. Benzer zararlanma yapraklı karnabaharlarda da belirlenirken açıkta depolanan yapraksız karnabaharlarda sadece muhafaza süresi sonunda çok az miktarda enfeksiyon saptanmıştır. Bu kısımlardan yapılan izolasyonlardan *Fusarium* spp. tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Muhafaza süresince karnabaharlarda belirlenen enfeksiyon kaynakları

Uygulamalar	Sıcaklık(°C)	Muhafaza Süresi (Gün)		
		21	28	35
-Y	0			
	5			
	Sz			<i>Fusarium</i> spp.
Y	0			
	5			
	Sz			<i>Botrytis cinerea</i>
Str	0			
	5	<i>Alternaria</i> sp.		<i>Alternaria</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.
	Sz			
PE	0			
	5			
	Sz			<i>Alternaria</i> sp.
DPE	0			<i>Alternaria</i> sp.
	5			<i>Alternaria</i> sp.
	Sz			<i>Alternaria</i> sp.
PP	0			
	5			
	Sz		<i>Alternaria</i> sp.	
DPP	0			
	5			<i>Alternaria</i> sp.
	Sz			

Sz depoda PP ambalajlı karnabaharlar muhafazanın 28. gününde tamamen çürürken DPP ve streç ambalajlı örneklerde önemli bir enfeksiyon görülmemiştir. Buna karşın 5°C'deki muhafaza süresi sonunda streç ambalajlı enfekteli bir karnabahardan *Fusarium* sp. izole edilmiştir. Çürüyen kısımlardan ise *Alternaria* sp. izole edilmiştir. Yapraklı ve yapraksız kontrol grubunda enfeksiyon açısından fark görülmemiş ve muhafazanın 35. gününde çok az miktarda ve siyah benekler üzerinde enfeksiyona

rastlanmıştır. Bu kısımlardan *Botrytis cinerea* ve *Fusarium* spp. izole edilmiştir. DPE'de de aynı düzeyde ve zamanda siyah benekler görülmüş ancak bunlar üzerinde muhafaza süresi sonuna kadar enfeksiyon gelişmemiştir. Siyah benekli kısımlardan alınan örneklerden de *Alternaria* sp. izole edilmiştir. PE ambalajlı karnabaharlarda ise muhafaza süresi sonuna kadar yüzeysel bir enfeksiyon gelişimi olmazken muhafazanın sonunda karnabaharlarda çürüme görülmüştür. Bu kısımlarda yapılan incelemelerde *Alternaria* sp. saptanmıştır.



Şekil 19. *Alternaria* sp. izole edilmiş siyah benekli karnabaharların görünüşü

5.TARTIŞMA

Karnabaharda hasat sonrası kalite değişimlerini ve optimum muhafaza koşullarını belirlemek amacı ile yürütülen bu çalışmada yedi farklı ambalajlama şekli ile 2 soğutuculu ve 1 soğutucusuz olmak üzere üç farklı depo ortamının etkisi incelenmiştir.

Yapılan denemelerde karnabaharın hasat sonrası yaşam süresi en uygun koşullarda 5 hafta olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince karnabaharların renginin koyulaştığı, ağırlık kaybının arttığı ve PO enzim aktivitesinin uygulama ve depo koşullarına bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. Ayrıca tüketici tercihinde önemli yeri olan duyuusal kalitede buketlerin açılması, yaprakların solması, gevşeme, tat ve enfeksiyonlar gibi değişimler olurken haşlama sonrası koku oluşumu ve renk değişimi de karnabahar muhafazasında kalite kaybını etkileyen kriterler olarak belirlenmiştir.

Karnabaharlarda yapılan renk ölçümleri muhafaza süresince rengin sarıdan-kahverengiye doğru değiştiğini ancak renk değişim derecesinin satış kalitesini etkilemeyecek düzeyde düşük olduğunu göstermiştir. Depolama süresince en hızlı renk kaybı soğutucusuz depoda ortaya çıkarken 0° ve 5°C'lerde birbirine yakın renk değerleri belirlenmiştir. Karnabaharda muhafaza süresince taç renginin değişimi kalite parametresi olarak kullanılmakta ancak bu parametrenin değişimine ilişkin sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Karnabaharlarda kahverengileşmeden sorumlu enzimin peroksidaz ve polifenol oksidaz olduğu bildirilmiştir (Lee and Pennesi 1984). Damar ve soğutmanın taç rengine etkisini incelediği çalışmada, renkte önemli bir etkilene olmadığını saptamıştır (Salunkhe and Desai 1984).

Yapraksız karnabaharlarda renk kaybının her üç depo koşulunda da daha hızlı olduğu, ambalaj materyali dikkate alındığında ise en hızlı renk kaybının PP ambalajlı karnabaharlarda ortaya çıktığı saptanmıştır. 35 gün süre ile muhafaza edilebilen Streç, DPE ve DPP ambalajlı karnabaharlar arasında en hızlı renk değişimi ise DPP ambalajda belirlenmiştir. Renk değerleri muhafaza süresince 70'in üzerinde bulunmuştur.

Başlangıçta yüksek olan PO enzim aktivitesi tüm uygulamalarda muhafaza süresince önce azalmış, daha sonra zaman zaman artış göstererek muhafaza süresi sonuna doğru azalmıştır. Enzim aktivitesinin muhafaza süresinin belirli bir aşamasında artış nedeninin hücrelerde erimez formda bulunan enzimlerin eriyebilir forma dönüşmesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Halloran et al. 1997). Muhafaza süresince giderek azalan enzim aktivitesi enzimlerin muhafaza süresi sonuna doğru tükendiğini göstermektedir (Cemeroğlu 1976).

Depolama koşullarına göre yapılan karşılaştırmada enzim aktivitesi 0°C'de muhafaza süresi sonunda oldukça yüksek iken, 5°C ve Sz depoda hızla azalmış ve 0°C ile 5°C ve Sz depo arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur. Karnabaharda PO enzim aktivitesi ile ilgili çalışmalar işleme teknolojisine yönelik olarak yapılmış, işleme sırasında yüksek sıcaklık ve kimyasal madde uygulamalarının enzimleri inaktif hale getirdiği saptanmıştır (Lee and Pennesi 1984, Nogueira and Silva 1992).

Karnabaharlarda muhafaza süresince ağırlık kayıpları da ambalaj tipi ve depo sıcaklığından farklı düzeyde etkilendirilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmeler ağırlık kaybının depolama koşullarından önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Uygulama ve sıcaklıklara göre değişmekle birlikte muhafaza süresi sonunda ağırlık kaybı %0.48-28.06 arasında değişmiştir. Sz depoda ağırlık kaybının genelde daha yüksek olduğu, en düşük ağırlık kayıplarının açıkta depolanan karnabaharlarda 5°C'de, ambalajlı karnabaharlarda ise 0°C'de olduğu belirlenmiştir.

Uygulamalar arasında en yüksek ağırlık kaybı yapraklılarda olmuş ve bunun tacı çevreleyen yaprakların taçtaki mevcut suyu çekerek depo ortamına vermesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Yapraksızlarda da ağırlık kayıpları diğer tüm uygulamalara göre oldukça artmış bu da ortam neminin düşük olmasından kaynaklanmıştır. 0°C'de depolanan kontrollerde ağırlık kaybı diğer ortamlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni, düşük sıcaklıkta havanın nem tutma kapasitesinin yüksek sıcaklıklara göre daha düşük olmasıdır.

Yapılan diğer çalışmalarda da düşük sıcaklık ve yüksek nem koşullarının depolama süresince ağırlık kaybını kesin olarak azalttığı ortaya konmuştur. 0°C'de %93 ve %97 olmak üzere 2 farklı ortamda yapılan ağırlık ölçümlerinde bir ay sonra sırasıyla %3.4 ve %1.2 düzeyinde ağırlık kaybının meydana geldiği saptanmıştır (Weichmann and Kraxner 1983). Adamicki ve Kepka da 1°C sıcaklık ve %100'e yakın oransal nemde muhafaza edilen karnabaharlarda ağırlık kaybının 11. günde %0.8 ve 67. günde %2.6 olduğunu belirlemişler ve yüksek nemin ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığını vurgulamışlardır (Salunkhe and Desai 1984).

Farklı ambalaj materyallerinin ağırlık kaybına etkisi incelendiğinde en az ağırlık kaybının DPP ve DPE ambalajlı karnabaharlarda olduğu, deliksiz ambalajlarda ağırlık kaybının arttığı bunun da hızlı anaerobik solunumdan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Haşlama sonrası, jüri tarafından yapılan tad değerlendirmesinde açıkta muhafaza edilen yapraksız karnabaharlarda 28 gün boyunca önemli bir tad değişimi olmamış, yapraklı karnabaharlarda da biraz daha düşük puanlar elde edilmesine karşın benzer durum saptanmıştır. Aynı süre sonunda streç, DPE ve DPP ambalajlarda tad puanları sırasıyla 3.79, 3.98 ve 3.89 gibi yine satış sınır değerlerinin oldukça üzerinde belirlenmiştir. Deliksiz PP ve PE ambalajlarda ise tad değerleri ilk haftadan itibaren hızla azalmaya başlamış, PE ambalajlarda 3., PP'de ise 2. haftada 3 puanın altına düşmüştür. Tadda bu hızlı azalmanın da anaerobik solunumdan kaynaklandığı düşünülmüştür. 35 gün muhafaza edilebilen Streç, DPE ve DPP ambalajlı karnabaharlarda bu süre sonunda en yüksek ortalama tat puanı 3.75 ile DPE'de belirlenirken bunu 3.60 ve 3.32 gibi birbirine yakın değerlerle Streç ve DPP ambalajlı karnabaharlar izlemiştir. Bu değerlere göre streç ambalajlı karnabaharlarda muhafaza süresi sonuna doğru tat kaybı yavaşlarken DPP'de daha hızlı olmuştur. Bunun, Streç ambalajda karnabaharlar tek tek sarılı olduğundan iç atmosfer bileşiminin daha az etkilenecek anaerobik solunuma izin verilmemesinden kaynaklandığı düşünülmüştür. DPP'de muhafaza süresi sonunda enfeksiyonların artışından dolayı diğerlerine göre daha hızlı tat değişimi olmuştur. Tüm depolama koşulları dikkate alındığında Sz ortam tadın korunması açısından en iyi sonucu vermiştir.

Hasat edilerek depoya alınan karnabaharlar sıkı taç yapısına sahip ve beyaz krem renkli iken depolama süresince ambalaj materyali ve depo koşullarına bağlı olarak taçta gevşeme sonucu buketlerde açılma ve renkte sararma olduğu gözlenmiştir. Bunun dışında ambalaj içinde nemlenme ve koku oluşumu da dikkati çekmiştir. Tüm bu değişimler dikkate alınarak yapılan kalite değerlendirmesinde açıkta muhafaza edilen karnabaharlarda muhafazanın 3. haftasında su kaybına bağlı olarak taç gevşemesi ve buketlerin açılması ile kalite puanı, sınır değer olan 3'e düşmüş ve bu tarihten sonra karnabaharların satılamayacağına karar verilmiştir. Bu durum PP ve PE ambalajlı karnabaharlarda özellikle renk değişimi ve anaerobik solunum sonucu istenmeyen koku oluşumu nedenleriyle sırasıyla muhafazanın 14. ve 21. gününde ortaya çıkmıştır.

Streç, DPE ve DPP ambalajlı karnabaharlarda kalite puanları muhafaza süresince diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. Streç ve DPE'nde hafif renk sararması dışında duyuusal kalitede önemli bir değişim olmamış ve muhafazanın 35. günü kalite puanı satış sınırı olan 3'e düşmüştür. DPP ambalajlarda bunların dışında daha hızlı renk kaybı, enfeksiyon ve ambalaj içi nemlenme nedeni ile 21. günde kalite puanları 3 civarında belirlenmiştir. Depo ortamları karşılaştırıldığında 0°C'de 5°C ve Sz depoya göre kalitenin daha iyi korunduğu saptanmıştır.

Salunkhe and Desai (1984), karnabaharların muhafaza süresinin hasat aşamasında kalite yüksek olmak koşulu ile 4-6 hafta arasında değiştiğini belirtmektedir. **Hardenburg et al.'a (1986)** göre ise karnabaharların muhafaza süresi 3°C'de 2 hafta, 5°C'de 7-10 gün, 10°C'de 5 gün ve 15°C'de 3 gündür. **Pantastico (1975)**, optimum muhafaza sıcaklığını 0°-1.7°C olarak belirlemiş ve bu koşulda nem %85-95 olmak koşuluyla 7 hafta boyunca karnabaharları pazarlanabilir koşulda tutmanın mümkün olduğunu vurgulamıştır.

Karnabahar çoğunlukla pişirilerek tüketilen bir tür olduğundan muhafaza süresinin belirlenmesinde haşlama sonrası oluşan koku ve renk değerleri de incelenmiştir. PE ve PP ambalajlı karnabaharlarda kısa sürede hasat sonrası koku oluşumu başlarken diğer hiçbir uygulamada bu duruma rastlanmamıştır. 0° ve 5°C'lerde ise hiçbir uygulamada haşlama sonrası renk değişimi olmazken Sz depoda yapraklı olarak ve DPP ambalajda muhafaza edilen örnekler dışında ambalaj tipine bağlı olarak farklı süreler sonunda renk açık sarıdan kırmızı-kahverengine doğru değişmiştir. Bunun da ambalaj içi nem ve anaerobik solunumdan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Muhafaza süresince enfeksiyonların önemli olmamakla birlikte yine de özellikle hasat ve sonrası işlemler sırasında zedelenen karnabaharlarda ortaya çıktığı ve kaliteyi etkilediği saptanmıştır. Muhafazanın ilk 3 haftası hiçbir enfeksiyon gözlenmezken bu tarihten sonra özellikle *Alternaria* sp. kökenli enfeksiyonların başladığı saptanmış, muhafazanın 35. günü ise *Alternaria* sp. dışında *Fusarium* spp ve *Botrytis cinerea* izole edilmiştir. Açıkta depolananlarda enfeksiyon sadece Sz depoda ortaya çıkmış, bunun da depolama sırasında dışarıdan depo ortamına alınan hava ile bulaşmış olabileceği düşünülmüştür. Ambalaj materyalleri dikkate alındığında ise belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. **Bohill (1987)** de ambalajlı karnabaharlardan *Botrytis* spp. izole etmiştir.

Muhafaza süresince kalitatif ve kantitatif kayıpları belirlemek amacı ile yapılan gözlem, ölçüm ve analizlere dayanılarak elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Muhafaza süresince renk kremden açık kahverengine doğru dönüşmekle birlikte, renk satış kalitesini etkileyecek düzeyde bozulana kadar diğer kalite parametreleri ürünün satış özelliğini daha erken dönemde etkilemektedir. Bu nedenle karnabaharda rengin, muhafaza süresine karar vermede kriter olarak kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır.
2. Ağırlık kaybı karnabahar muhafazasında dikkate alınması gereken en önemli kalite kriterlerinden biridir. Yapılan ölçüm ve gözlemlere göre ağırlık kaybının %5'e ulaşması ile taçlarda gevşeme başlamakta, %10 ağırlık kaybı buketlerde açılmaya yol açmaktadır.
3. PO aktivitesi tüm uygulamalarda, depolamanın belirli dönemlerinde artış göstermektedir.
4. Karnabaharın muhafazası süresince enfeksiyonlardan kaynaklanan önemli bir kayıp olmamıştır. Yapılan izolasyonlarda *Alternaria* sp., *Fusarium* spp. ve *Botrytis cinerea* tespit edilmiştir.
5. Elde edilen tüm sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde karnabaharlar için en iyi depolama koşulunun 0°C sıcaklık ve delikli PE ambalaj olduğu ve bu ortamda minimum kalite kaybı ile 5 hafta muhafaza edilebileceği saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- ANONİM, 1996. Tarım İstatistikleri Özeti, T.C.D.İ.E., Ankara.
- BOHILL, E., 1987. Packaging Horticultural Produce. U.K. Patent Application.
- CEMEROĞLU, B., 1976. Bazı Kavun Çeşitlerinde "Pektin esteraz aktivitesi" Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 26(4):739-746.
- DÜZGÜNEŞ, O., 1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları. E. Ü. Z. Matbaası, İzmir, 3785
- FRITZ, P.D., KAEPPPEL, R., WEICHMANN, J., 1979. Vitamin C in Stored Cauliflower. Landwirtschaftliche-Forschung, 32(3):275-282.
- FUJITA, S., TONO, T., KAWAHARA, H., 1990. Purification and properties of PPO in head lettuce. J. of Agric. Food, 55:643-654.
- GÜNAY, A., 1984 Özel Sebze Yetiştiriciliği, Cilt :3, Çağ Matbaası, Ankara.
- GÜNDÜZ, M., 1993 Yaş meyve ve sebze ihracatında soğuk zincirin önemi ve mevcut yapının incelenmesi, İGEME, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- HALLORAN, N., KASIM, M.U., ÇAĞIRAN, R. AND KARAKAYA, A., 1997. The effect of postharvest treatments on storage duration of cantaloupes. 1st Int. Sym. on Cucurbits. 20-23 May 1997, Adana (Acta Hort. in press).
- HARDENBURG, E.R., WATADA, A.E., WANG, C.Y., 1986. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Nursery Stocks, Agriculture Handbook No: 66, 136p.
- KADER, A.A., KASHMIRE, R.F., MITCHELL, F.G., REID, M.S., SOMMER, N.F., THOMPSON, J.F., 1985. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Coop. Ext. Univ. of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Special Publication.
- LEE, C.Y., PENNESI, A.P., 1984. Isolation and further characterization of heat resistant peroksidase isoenzyme from cauliflower. J. of Food Sci., Vol:49, No:1.
- NOGUEIRA, J.N., SILWA, E., 1992. Effects of heat, SO₂ and ascorbic acid to PPO and PO activity on some vegetables and fruits. Postharvest News and Information, Vol: 3, No:3.
- PANTASTICO, B., 1975. Postharvest Physiology, Handling and Vegetables. Chapter: 10 Controlled Atm. Storage. Westport, Connecticut, The AVI Publishing Comp. INC.
- ROMO, L., PARADA, C., WILLEMOT, F., CASTAIGNE, C., GOSSELIN, J., ARUL, C., 1989. Effects of controlled atmospheres (low O₂, High CO₂) on storage of cauliflower. J. of Food Sci., 54 (1):122-124.
- RYALL, A.L., LIPTON, W.J., 1972. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables, (Treatments Prior to Shipment or Storage. Requirements of Leafy Vegetables and Flower Buds). Vol:1 Westport, Connecticut, The AVI Publishing Comp. INC.
- SALUNKHE, D.K., DESAI, B.B., 1984. Postharvest Biotechnology of Vegetables, Vol: 1 C.R.C. Press, INC. Boca Raton, Florida.
- WEICHMANN, J., 1987. Postharvest Physiology of Vegetable. Food Science and Technology, 24. ISBN 0-8247-7601-1, p:497-522.
- WEICHMANN, J., KRAXNER, U., 1983. Storage of cauliflower at varying relative humidity. Landwirtschaftliche-Forschung, 36(3/4):320-326.

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Eskişehir’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bilecik ili Bozüyük ilçesinde tamamladı. 1989 yılında girdiği Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü’nden 1994 yılında Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. Ekim 1994 yılından beri Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Sebzecilik Bilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimi görmektedir.

