

## Kültür Mantarının [*Agaricus Bisporus* (Lange) Sing.] Modifiye Atmosferde Muhafazası Üzerine Bir Araştırma

M. Hakan ÖZER\* Abdullah ÖZTÜRK\*\*

### ÖZET

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde, 1996 yılında yapılan bu çalışmada, modifiye atmosferde muhafazanın kültür mantarının [*A.bisporus* (Lange) Sing] kalite kriterleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

*A.bisporus* (Lange) Sing mantar türüne ait U1 hattı ile kurulan denemede mantarlar, kalınlığı ve geçirgenliği belli olan düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ile ambalajlanarak  $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve % 90-95 nispi nem (n.n) koşullarında muhafazaya alınmışlardır. 24 gün süren muhafaza süresi sonunda mantarlar  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %  $60\pm 5$  n.n. 'e sahip oda koşullarında 2 gün bekletilerek raf ömrü durum tespiti yapılmıştır. Ambalaj içerisindeki atmosfer bileşimi dışarıdan hiçbir müdahale olmadan (pasif modifiye atmosfer) oluşturulmuştur. Deneme sonucunda; LDPE-50 $\mu$  kalınlıktaki örtü materyali, kültür mantarındaki ağırlık kayıplarının azaltılmasında en iyi sonucu veren uygulama olmuştur. Ayrıca, mantarların sap uzunluğu ve şapka çapındaki değişimlerin en düşük değerleri yine LDPE-50 $\mu$  uygulamasından elde edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Kültür Mantarı, muhafaza, modifiye atmosfer (MA).

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

\*\* Ziraat Yüksek Mühendisi

## ABSTRACT

### A Research on Modified Atmosphere Packaging of Cultivated Mushroom [*Agaricus Bisporus* (Lange) Sing.]

*In this study, carried out at the Cold Storage Unit of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Uludağ in 1996, the effects of storage in modified atmosphere on quality criteria of cultivated mushrooms were determined.*

*This trial was conducted with A. bisporus (Lange) Sing line U1. The mushrooms were packed with low density polyethylene possessing different thickness and permeability and stored at  $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  temperature and 90-95% relative humidity. At the end of 24 days storage period, the mushrooms were kept at  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$  temperature and  $60\pm 5\%$  RH conditions for 2 days to determine the shelf life. The atmospheric composition in the package was created without any intervention (passive modified atmosphere). As a result of this study, covering material LDPE-50 $\mu$  was determined as the best application to reduce the weight losses. Furthermore, minimum values of the stipe length and cap diameter changes also obtained by LDPE-50 $\mu$  application.*

**Key Words:** *Cultivated mushroom, storage, modified atmosphere (MA).*

## GİRİŞ

Ülkemizde mantar yetiştiriciliği gelişmiş ülkelere kıyasla çok geç başlamıştır. Tüm olumsuzluklara rağmen ülkemizdeki mantar yetiştiriciliğinin gelişimi küçümsenmeyecek boyutlardadır ve en fazla üretim Marmara Bölgesi'nde yapılmaktadır. Bu bölge diğer bölgelere göre % 37.7'lik bir üretim oranına sahiptir (Günay 1995).

Mantar, hasat sonrasında hızlı solunum özelliğinden ötürü diğer bahçe ürünlerinden farklılık göstermektedir.  $18^{\circ}\text{C}$ 'de 1-3 gün saklanabilirken, sıcaklığın düşürülmesiyle birlikte bu süre biraz daha uzamaktadır. Taze meyve-sebzelerde üretimden tüketime kadar olan sürede meydana gelen kayıpları en aza indirmenin temel yolu soğukta muhafazanın yanında, modern teknikleri de uygulamaktır. Kontrollü atmosferde (KA) muhafaza, modifiye atmosferde paketleme (MAP) bu konuda giderek artan öneme sahiptir. Mantarların depolama ömrünü arttırmak amacıyla uygulanan yöntemler arasında soğutma, ambalajlama, ışınlama ve yıkama da sayılabilir (Dura ve Tüzel 1996).

Mantarın bozulma ve pazar değerini düşüren etmenlerin başında renk değişimleri ve şapka açılmaları gelmektedir. Ryall ve Lipton (1979)'a göre, kaliteli taze mantarda renk beyaz veya hafif beyaza yakın deve tüyü renginde olmalı, şapka da koyu renkli herhangi bir işaret bulunmamalıdır. Ayrıca şapka açılmamış, sap canlı ve dayanıklı olmalıdır. Kültür mantarının hasat edildikten sonra yaklaşık 20°C dolayında bulunan meyve içi sıcaklığının hızla önsoğutma odalarında gerçek muhafaza sıcaklığına düşürülmesi gerekir. Tomkins'e göre hasat edilen mantarlar 5 saat içerisinde 0°C'ye soğutulmalı ve pazarlanıncaya kadar aynı sıcaklıkta tutulmalıdır (Ryall ve Lipton 1979).

Yapılan çalışmalarda flaş sayısının (hasat dönemleri) depolama sırasında ürün kalitesine etkileri de araştırılmıştır. Özellikle şapka rengi, şapka açılması ve ağırlık kaybı gibi kalite kriterlerinin dikkate alındığı denemeler sonucunda; 2. flaş mantarlarda 1. ve 3. flaş mantarlara göre rengin daha az bozulduğu, şapkaların daha az sarardığı görülmüştür (Burton ve Noble 1993).

Araştırmacıların çoğu, mantarın depolama koşullarının 0°C sıcaklık ve %90-95 n.n. olduğunu bildirmişlerdir (Ryall ve Lipton 1979, Salunkhe ve Desai 1984). Soğukta muhafazaya ilaveten, mantarların bazı kalite kriterleri üzerine, geçirgen özelliğe sahip ve delikli plastik örtü materyallerinin etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; örtü materyalinin sahip olduğu delik yoğunluğunun mantardaki şapka açılması, renk değişimi, ağırlık kaybı, ve bozulma miktarının artmasını yavaşlatıcı etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Burton ve ark. 1989). Ayrıca örtü materyalinin geçirgenliği de etkilemekle birlikte, yapılan paketlerin değişik ortamlara konması sonucunda, mantarların üzerinde plastik tabakanın altında nem yoğunlaşmaları olmakta, bu durum da mantarlar için sakıncalar doğurmaktadır. Bu nedenle kullanılan plastiğin kalınlık, gözenek sayısı ve hava delikleri konusu üzerinde titizlikle durulmalıdır (Ryall ve Lipton 1979).

Tuncel ve Ağaoğlu (1992a)'nın yapmış oldukları çalışmada, farklı ambalaj kombinasyonlarının kültür mantarının muhafazası üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, mantarlar için en uygun ambalaj kombinasyonunun delikli polietilen ile kaplı plastik kutular olduğu ve mantarların bu koşulda 1°C'de bir aya yakın başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceği tespit edilmiştir. Aynı araştırmacıların yapmış oldukları bir diğer çalışmada (1992b) ise farklı film materyallerinin mantar muhafazasında etkileri araştırılmıştır. Sonuçta; 1°C'de delikli PE torbalarda rengin iyi bir şekilde korunduğu, hasat sonrası büyümenin de oldukça yavaşlatıldığı, PP torbalarda bozulmanın hızlı olduğu, en iyi sonucun deliksiz PP torbalardan alındığı belirlenmiştir. Ayrıca bu ambalajlarda şapka açılması da önemli ölçüde engellenmiştir. PVC ambalajlarda da en iyi sonuçlar 1°C'de ve yine deliksiz torbalardan alınmıştır. Kültür mantarının değişik sıcaklık ve



ambalajlarda muhafazası üzerine yapılan çalışmada, ambalaj materyali olarak kafesli plastik kap ve delikli PE torbaların iyi sonuç verdiği, muhafaza sıcaklığı olarak 1°C'nin seçilmesi ve taşıma sırasında da soğuktan yararlanılması halinde kalitede önemli kayıplar olmadan, mantarın en az 13 gün muhafaza edilebileceği belirlenmiştir (Türk ve ark. 1991).

*Lentinus edodes* türüne ait mantarlar üzerinde yapılan çalışmada, mantarlar farklı kalınlıkta PE filmler ile oluşturulan MA şartlarında muhafazaya alınmışlardır. Sonuçta; en az ağırlık kaybının 0.06 mm PE örneklerinde, proteindeki en az değişimin de 0.04 mm PE örneklerinde olduğu saptanmıştır (Lee ve ark. 1991).

## MATERYAL ve YÖNTEM

Modifiye atmosfer ile kültür mantarının muhafaza süresini uzatmak ve bazı kalite kriterleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, Bursa'daki bir üreticiden temin edilen *A.bisporus* (Lange) Sing. Mantar türüne ait U1 hattı kullanılmıştır. Ambalaj materyali olarak 18.5x11.0x9.5 cm boyutunda plastik kaplar, 20x35 cm boyutunda örtü materyali, literatürde (Li ve ark. 1989, Lee ve ark. 1991, Türk ve ark. 1991, Tuncel ve Ağaoglu 1992b) tavsiye edilen farklı kalınlık ve geçirgenlikte düşük yoğunluklu PE (LDPE-30 $\mu$ , 40 $\mu$  ve 50 $\mu$ ) kullanılmıştır.

Deneme, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Tesisi'nde yürütülmüştür. Mantar örneklerinde belirli aralıklarla tekrarlanan fiziksel ve kimyasal analizler Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Modifiye atmosfer (MA) oluşturulmak üzere denemede kullanılan PE'nin kalınlık ve 1°C'deki gaz geçirgenlikleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Bölümü'ne test ettirilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge: 1**  
**PE'nin Kalınlık ve 1°C'deki Gaz Geçirgenlikleri**

Örtü Materyali ve Kalınlığı	O <sub>2</sub> (ml/m <sup>2</sup> günatm.)	CO <sub>2</sub> (ml/m <sup>2</sup> günatm.)
LDPE-30 $\mu$	1288.6	5584.5
LDPE-40 $\mu$	1054.3	4158.8
LDPE-50 $\mu$	765.5	3280.2

Günay ve ark. (1984)'e göre hasadı yapılan mantarlar birkaç saat içerisinde depoya getirilerek, her birinde  $300 \pm 10$ g olacak şekilde plastik kaplara yerleştirilmiş ve hava ile önsoğutmaları yapılmıştır. Önsoğutmaları tamamlanan mantarlar kalınlıkları belli (LDPE-30,40,50 $\mu$ ) PE örtü materyali ile havayla teması önlenerek şekilde ambalajlanmıştır. Ayrıca ek olarak ambalajlanmamış kontrol meyveleri de muhafazaya alınmıştır. Ambalaj içerisindeki atmosfer bileşimine dışarıdan hiçbir müdahale yapılmayarak, ürünlerin çevresindeki MA sadece ürünlerin solunumu sonucunda açığa çıkan gazlar tarafından dengelenmiştir.

Kontrol ve ambalajlanmış ürünler, literatürde (Ryall ve Lipton 1979, Salunkhe ve Desai 1984) tavsiye edildiği gibi  $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %90-95 n.n. koşullarında muhafazaya alınmıştır. Mantarlar bu şartlarda 24 gün süreyle muhafaza edildikten sonra, raf ömrü durum tespiti amacıyla muhafaza süresine ilaveten  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %60 $\pm$ 5 n.n. koşullarında 2 gün bekletilmiştir.

Muhafazaya alınan ürünlerde fiziksel, biyokimyasal ve duyuşal değişimleri belirlemek amacıyla, muhafaza başlangıcında, 10., 17. ve 24. günlerde analizler yapılmıştır. Aynı analizler raf ömrü sonunda da (24+2. günde) tekrarlanmıştır. Örnekler üzerinde yapılan analizler; ağırlık kaybı (%), solunum hızı ( $\text{mgCO}_2/\text{kg}$ ) (Sürekli hava akımı metodu-Dokuzoğuz 1960), pH (Anonymous 1983), kuru ağırlık (%) (Cemeroğlu 1976), kül ( $\text{g}/100\text{g}$ ) (Akyıldız 1984), ham selüloz (%) (Akyıldız 1984), protein ( $\text{g}/100\text{g}$ ) (Kjeldahl yöntemi-Akyıldız 1984), hasat sonrası büyümenin tespiti [sap uzunluğu (mm), şapka çapı (mm), şapka açılma oranı (%)] (Czapski ve Bakowski 1986), ürün bozulma oranı (%), genel dış görünüş (5 kişilik jüri tarafından 5-çok iyi, 4-iyi, 3-uygun, 2-kötü, 1-çok kötü şeklinde puan verilerek belirlenmiş) şeklindedir.

Bu çalışma "Tesadüf Blokları Faktöriyel Deneme Deseni"ne göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş ve istatistiki sonuçlar DUNCAN testi 0.01 hata seviyesinde değerlendirilmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Modifiye atmosferde paketlenerek uygun muhafaza koşullarına alınan mantarlarda yapılan denemede, dikkate alınan bazı parametrelere göre elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

**3.1. Ağırlık Kaybı:** Mantarlarda muhafaza süresince yapılan ağırlık ölçümlerinde, muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kaybının arttığı belirlenmiştir. Bu durum 2 günlük raf ömrü sonunda da devam etmiştir (Çizelge 2). Uygulamaların (örtü materyali kalınlığı) ağırlık kaybına etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Buna göre muhafaza süresi sonunda, en fazla



ağırlık kaybı % 4.99 ile kontrol uygulamasından, en az ağırlık kaybı % 1.52 ile LDPE-50 $\mu$  uygulamasından elde edilmiştir. Bu etki raf ömrü sonunda da devam etmiştir (Çizelge 3).

**3.2. Solunum Hızı:** Muhafaza süresince solunum hızının çeşitli düzeylerde arttığı belirlenmiştir. Bu artış raf ömrü sonunda da devam etmiştir (Çizelge 2). Uygulamaların ise solunum hızına etkileri farklı olmuştur. Muhafaza süresinin sonunda, en yüksek solunum hızı LDPE-50 $\mu$ , en düşük solunum hızı LDPE-30 $\mu$  uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek solunum hızının belirlendiği LDPE-50 $\mu$  uygulamasının diğer uygulamalar ile olan farklılığının istatistiki olarak da önemli olduğu bulunmuştur. Raf ömrü sonunda ise en yüksek solunum hızı LDPE-50 $\mu$ , en düşük solunum hızı da kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

**3.3. pH:** Muhafaza süresince yapılan ölçümlerde, pH'm arttığı belirlenmiştir. Bu artış raf ömrü süresince de devam etmiştir (Çizelge 2). Muhafaza ve raf ömrü sonunda; en yüksek pH değeri LDPE-30 $\mu$ , en düşük pH değeri kontrol uygulamalarından alınmıştır. Ayrıca bu iki uygulama arasındaki farklılığın istatistiki olarak da önemli olduğu belirlenmiştir.

**3.4. Kül:** Muhafaza süresiyle birlikte önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Raf ömrü sonunda da bu artışlar devam etmiştir (Çizelge 2). Muhafaza ve raf ömrü sonunda en yüksek kül oranı LDPE-30 $\mu$ , en düşük kül oranı kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulamalar arası bu farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu bulunmuştur.

**3.5. Ham Selüloz:** Muhafaza ve raf ömrü süresince ham selüloz oranlarında artışlar belirlenmiştir (Çizelge 2). Muhafaza sonunda en yüksek oran LDPE-40 $\mu$ , en düşük oran da kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir.

**3.6. Protein:** Mantarların protein miktarlarının muhafaza süresince artarken, raf ömrü sonunda azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Muhafaza sonunda en yüksek ve en düşük protein değerlerinin alındığı uygulamalar arası farklılıkların, istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

### **3.7. Hasat Sonu Büyümenin Tespiti**

Muhafaza süresince ve raf ömrü sonunda, mantarların hasat sonu büyümenin tespiti kapsamında, sap uzunluğu, şapka çapı ve şapka açılma oranlarındaki artışlar incelendiğinde, bu kriterlerdeki değişimlerin uygulamalara göre önemli farklılıklar göstermediği, fakat şapka açılma oranı bakımından en yüksek artışların kontrol uygulamalarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

**3.8. Ürün Bozulma Oranı:** Denemede, kontrol hariç diğer uygulamalarda muhafaza süresince bozulma olmadığı saptanmıştır. Buna karşılık, kontrolde 17. günde mantarların bozulmaya başladığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Raf ömrü sonunda ise denemede tüm mantarlar uygulamalara göre değişen oranlarda bozulmuştur (Çizelge 2).

Çizelge: 2

Farklı MA Koşullarındaki Mantarların Bazı Kalite Kriterlerinde Deneme Süresince Belirlenen Değişimler

Analizler	Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)				
		0	10	17	24	24+2
Ağırlık Kaybı (%)	Kontrol	0.00	1.78	3.69	4.99	8.70
	LPDE-30 $\mu$	0.00	0.66	1.10	1.98	2.19
	LPDE-40 $\mu$	0.00	0.65	1.08	1.95	2.16
	LPDE-50 $\mu$	0.00	0.43	0.86	1.52	1.96
Solunum Hızı (mg/CO <sub>2</sub> /kgh)	Kontrol	121.10	144.35	169.34	174.09	190.80
	LPDE-30 $\mu$	121.10	148.41	155.37	157.44	194.96
	LPDE-40 $\mu$	121.10	150.34	162.93	164.44	201.21
	LPDE-50 $\mu$	121.10	169.19	174.10	175.18	211.36
PH	Kontrol	6.54	6.58	6.73	6.71	6.81
	LPDE-30 $\mu$	6.54	6.71	6.89	6.86	6.98
	LPDE-40 $\mu$	6.54	6.76	6.95	6.81	6.87
	LPDE-50 $\mu$	6.54	6.81	6.87	6.82	6.82
Kül (g/100g)	Kontrol	9.50	11.99	12.38	13.05	13.43
	LPDE-30 $\mu$	9.50	12.04	13.01	13.73	13.90
	LPDE-40 $\mu$	9.50	12.16	12.93	13.56	13.85
	LPDE-50 $\mu$	9.50	11.46	12.29	13.14	13.54
Ham Seltöz (%)	Kontrol	10.40	12.10	12.94	14.17	14.59
	LPDE-30 $\mu$	10.40	11.87	12.77	14.43	14.69
	LPDE-40 $\mu$	10.40	12.07	13.02	14.68	14.56
	LPDE-50 $\mu$	10.40	11.63	12.55	14.23	14.42
Protein (g/100 g)	Kontrol	28.24	35.32	37.77	37.74	37.27
	LPDE-30 $\mu$	28.24	35.12	37.59	37.83	37.60
	LPDE-40 $\mu$	28.24	36.69	37.07	37.45	37.47
	LPDE-50 $\mu$	28.24	34.10	36.57	37.10	36.90
Sap Uzunluğu (mm)	Kontrol	36.38	37.21	37.53	38.08	38.17
	LPDE-30 $\mu$	36.06	36.78	37.02	37.36	37.44
	LPDE-40 $\mu$	36.43	37.11	37.32	37.61	37.67
	LPDE-50 $\mu$	35.27	35.73	35.91	36.13	36.17
Şapka Çapı (mm)	Kontrol	33.90	34.31	34.85	35.22	35.34
	LPDE-30 $\mu$	35.38	35.93	36.13	36.49	36.57
	LPDE-40 $\mu$	35.06	35.41	35.81	36.14	36.24
	LPDE-50 $\mu$	34.08	34.38	34.72	34.95	35.03
Şapka Açılma Oranı (%)	Kontrol	0.00	0.00	9.43	12.34	33.33
	LPDE-30 $\mu$	0.00	0.00	0.00	2.67	13.67
	LPDE-40 $\mu$	0.00	0.00	0.00	3.80	10.67
	LPDE-50 $\mu$	0.00	0.00	0.00	1.45	6.67
Ürün Bozulma Oranı (%)	Kontrol	0.00	0.00	3.17	19.64	41.75
	LPDE-30 $\mu$	0.00	0.00	0.00	0.00	5.09
	LPDE-40 $\mu$	0.00	0.00	0.00	0.00	6.42
	LPDE-50 $\mu$	0.00	0.00	0.00	0.00	6.22
Genel Dış Görünüş (puan)	Kontrol	5.0	3.5	2.5	2.0	1.0
	LPDE-30 $\mu$	5.0	4.5	4.0	3.0	2.5
	LPDE-40 $\mu$	5.0	4.5	4.0	3.0	2.5
	LPDE-50 $\mu$	5.0	4.5	4.5	3.5	3.0

**Çizelge: 3**  
**Kültür Mantarında Muhafaza Süresi x Uygulama**  
**İnteraksiyonunun Ağırlık Kaybına Etkileri (\*)**

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)	Ağırlık Kaybı (%)
Kontrol	0	0.00 g
	10	1.78 cde
	17	3.69 bc
	24	4.99 b
	24+2	8.70 a
LPDE-30 $\mu$	0	0.00 g
	10	0.66 efg
	17	1.10 def
	24	1.97 cd
	24+2	2.19 cd
LPDE-40 $\mu$	0	0.00 g
	10	0.65 efg
	17	1.08 def
	24	1.95 cd
	24+2	2.16 cd
LPDE-50 $\mu$	0	0.00 g
	10	0.44 fg
	17	0.87 def
	24	1.52 cdef
	24+2	1.96 cd

\* Harfler % 1 seviyesinde farklı grupları göstermektedir.

**3.9. Genel Dış Görünüş:** 5 kişilik jürinin yapmış olduğu değerlendirmede, 17.günde uygulamalar arası farklar belirginleşmeye başlamıştır (Çizelge 2). Gerek muhafaza süresi gerekse raf ömrü sonunda, en yüksek puanı LDPE-50 $\mu$  uygulaması, en düşük puanı ise kontrol uygulaması almıştır.



**Çizelge: 4**  
**Mantarlarda Muhafaza Süresi x Uygulama İnteraksiyonunun**  
**Şapka Açılma Oranına Etkileri (\*)**

Kalınlık Uygulamaları	Muhafaza Süresi (gün)	Şapka Açılma Oranı (%)
<b>Kontrol</b>	0	0.00 g
	10	0.00 g
	17	9.43 bcd
	24	10.34 bc
	24+2	32.33 a
<b>LPDE-30 µ</b>	0	0.00 g
	10	0.00 g
	17	0.00 g
	24	2.67 ef
	24+2	13.67 b
<b>LPDE-40 µ</b>	0	0.00 g
	10	0.00 g
	17	0.00 g
	24	3.80 de
	24+2	10.67 bc
<b>LPDE-50 µ</b>	0	0.00 g
	10	0.00 g
	17	0.00 g
	24	1.45 fg
	24+2	6.67 cd

\* Harfler % 1 seviyesinde farklı grupları göstermektedir.

## TARTIŞMA

Muhafaza süresini önemli ölçüde kısıtlayan faktörlerden biri olan ağırlık kaybının azaltılması amacı ile yapılan MA uygulamaları, önemli düzeylerde etkili olmuş ve kontrole göre çok daha iyi sonuçlar vermiştir. Yaptığımız çalışmada bu yönde en iyi uygulama LDPE-50µ olarak belirlenmiştir. Liu ve ark. (1988)'nin 176 ve Anmier 11 mantar çeşitlerinin PE filmle, Türk ve ark. (1991)'nin 0.05 mm kalınlığında PE ile oluşturulan MA'de muhafaza çalışmalarındaki ağırlık kayıplarının azaltılması yönündeki olumlu sonuçlar, çalışmamız sonuçlarını desteklemektedir. Ayrıca, Lee ve ark. (1991)'nin 0.06 mm PE ile elde ettiği sonuçlarda çalışmamızla aynı yönde olmuştur.

**Çizelge: 5**  
**Mantarlarda Muhafaza Süresi x Uygulama İnteraksiyonunun**  
**Ürün Bozulma Oranına Etkileri (\*)**

Kalınlık Uygulamaları	Muhafaza Süresi (gün)	Ürün Bozulma Oranı (%)
<b>Kontrol</b>	0	0.00 d
	10	0.00 d
	17	3.16 b
	24	19.64 b
	24+2	41.75 b
<b>LPDE-30 µ</b>	0	0.00 d
	10	0.00 d
	17	0.00 d
	24	0.00 d
	24+2	5.09 c
<b>LPDE-40 µ</b>	0	0.00 d
	10	0.00 d
	17	0.00 d
	24	0.00 d
	24+2	6.42 c
<b>LPDE-50 µ</b>	0	0.00 d
	10	0.00 d
	17	0.00 d
	24	0.00 d
	24+2	6.22 c

\* Harfler % 1 seviyesinde farklı grupları göstermektedir.

Nichols ve Hammond (1973)'un yapmış oldukları çalışmalar sonucunda, MA'in özellikle düşük sıcaklıklarda solunum hızını azalttığını bildirmektedir. Buna karşılık aynı sonuçlar daha yüksek sıcaklık değerlerinde belirlenememiştir. Çalışmamızda, muhafaza süresince yapılan ölçümlerde solunum hızında artışlar olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda belirlenen bu artışların, yukarıdaki literatürde de değinildiği gibi, paketlemenin ve düşük sıcaklığın birlikte etkileşimi sonucunda baskı altına alınan solunumun, solunum ölçümleri süresince baskının kalkması sonucu ortaya çıkması şeklinde açıklanabilir.

Muhafaza süresince yapılan pH ölçümlerinde, zaman içerisinde belirlenen artışların istatistiki olarak önemsiz, uygulamalar düzeyinde

belirlenen farklılıkların ise istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen bu sonucu, Dura ve Tüzel (1996)'in MA çalışmaları ile Eriş ve Özer (1992)'in KA çalışmaları da desteklemektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada, mantarların muhafaza ve raf ömrü sonunda kül kapsamlarında uygulamalara göre değişen oranlarda önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, Eriş ve Özer (1992)'in KA'de yapmış oldukları muhafaza çalışmasındaki değişimler ile paralellik göstermektedir.

Denememizde, mantarların ham sellüloz oranlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Aynı artışlar, Türk ve ark. (1991)'nin kültür mantarının farklı sıcaklık ve ambalaj materyalleri kullanarak yaptıkları muhafaza çalışmasında da tespit edilmiştir. Ayrıca bu sonuçları, Eriş ve Özer (1992)'in KA'de yapmış oldukları muhafaza çalışması da desteklemektedir.

McArdle ve ark. (1976) ile Lee ve ark. (1991)'nin MA'de PE ile yaptıkları denemeler sonucunda, protein miktarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda da aynı örtü materyalinin değişik kalınlıkları kullanılmış ve elde edilen sonuçlar benzerlik göstermiştir. Ancak, çalışmamızda muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte protein miktarında azalmalar meydana gelmiştir. Bu durumun, Murr ve Morris'in bildirdiklerine göre, proteini parçalayan enzimin (proteaz) artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu azalış, Eriş ve Özer (1992)'in yapmış oldukları KA çalışmasındaki protein miktarındaki değişimlerle de benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda hasat sonrası büyüme olarak değerlendirdiğimiz şapka çapı, sap uzunluğu ve şapka açılma oranı üzerine MA'de muhafazadan olumlu sonuçlar alınmıştır. Mantarların şapka açılma oranları incelendiğinde, en iyi sonucu LDPE-50µ uygulaması vermiştir. Bu sonucun mantarların su kaybı ile ilgili olabileceği düşünülebilir. Şapka çapı ve sap uzunluğundaki değişimlerin uygulamalara göre farklılık göstermesinin sebebi, ambalaj materyallerinin geçirgenliklerine bağlı olarak, Nichols ve Hammond (1973)'un bildirdikleri gibi, ambalaj içerisinde biriken yüksek CO<sub>2</sub>'in karpofor büyümesini engellemesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Muhafaza süresince görülen bozulmalar kontrol hariç bütün uygulamalarda engellenirken, gerek bozulma gerekse dış görünüş bakımından en iyi sonucu LDPE-50µ uygulaması vermiştir. Nichols ve Hammond (1973)'in MA'de aldıkları sonuçlar da çalışmamızı desteklemektedir. Mantarlarda belirlenen bozulma ve renk değişimlerinin polifenoloksidaz enziminin aktivitesindeki artıştan kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuçta; kültür mantarının 0±0.5°C ve %90-95 n.n., LDPE-50µ koşulunda muhafaza ve raf ömrü süresinin 24+2 güne kadar uzatılabileceği belirlenmiştir.



Mantarın hasat sonu büyümesinin yavaşlatılması ve kalitenin uzun süre devam ettirilmesi başarılı bir şekilde MAP ile mümkündür. Hasat sonu büyümeyi yavaşlatmak için etkili gaz konsantrasyonları (aktif MAP) düşük sıcaklıkla birlikte kullanılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akyıldız, R. 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 895, 358s.
- Anonymous, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Genel Yay. No : 65, Özel Yay. No : 62-105, 796s.
- Burton, K.S., Frost, C.E., Nichols, R. 1989. A Combination Plastic Permeable Film System For Controlling Post-Harvest Mushroom Quality, *Mushroom-News*, 37(7):6-10.
- Burton, K.S., Noble, R. 1993. The Influence of Flush Number, Bruising and Storage Temperature on Mushroom Quality. *Postharvest Biology and Tech.*, 3(1):39-47.
- Cemeroğlu, B. 1976. Reçel, Marmelat, Jöle Üretim Teknolojisi ve Analiz Metotları. Bursa Gıda Kontrol Eğitim ve Araştırma Enstitüsü Yay. No: 5. 95s.
- Czapski, J., Bakowski, J. 1986. Effect of Storage Conditions on The Quality of Cultivated Mushroom [*Agaricus bisporus* (Lange) Sing]. *Acta Agrobotanica*, Vol: 39, 221-234.
- Dokuzoğuz, M. 1960. Meyve ve Sebzelerde Hasat-Tasnif-Ambalaj-Muhafaza -Nakil, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 10. 137s.
- Dura, Ş., Tüzel, Y. 1996. Kültür Mantarında Hasat Sonrası Uygulanan Çeşitli Kimyasal Maddelerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 20(3): 207-211.
- Eriş, A., Özer, M.H. 1992. Kültür Mantarının Kontrollü Atmosferde Muhafazası Üzerine Bir Araştırma. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kon., 13-14 Ekim 1992, 2: 247-252.
- Günay, A., Abak, K., Koçyiğit, A.E. 1984. Mantar Yetiştirme. Ankara. Cilt IV: 272s.
- Günay, A. 1995. Mantar Yetiştiriciliği. İlke Kitabevi Yay.: 22, Ankara, 469s.
- Lee, S.E., Kim, D.M., Kim, K.H. 1991. Changes Quality of Shiitake Mushroom During Modified Atmosphere (MA) Storage. *Journal of The Korean Society of Food and Nutrition*, 20(2): 133-138.

- Li, J., Xiao, Y.C., Shao, T.F. 1989. Study on Air-Regulated Storage of *Agaricus bisporus*. Zhongguo Shiyongjun Edible Fungi of China 6:38-40.
- Liu, R.X., Wang, Z.L., Wang, F.M., Liu, M.Y., Gong, X.R., Shen, P. 1988. Techniques for Keeping *Agaricus bisporus* Fresh and Their Physiological Effect. Zhongguo Shiyongjun Edible Fungi of China 5:7-11.
- McArdle, F.J., Bellman, R.B., Parrish, G.K. 1976. Influence of Postharvest Storage on The Protein Content of The Cultivated Mushroom, *Agaricus bisporus*. Mushroom Science 9(1): 341-346.
- Nichols, R., Hammond, J.B.W. 1973. Storage of Mushrooms in Pre-Packs: The Effects of Changes in Carbondioxide and Oxygen on Quality. Journal of The Science of Food and Agriculture. 24(11):1371-1381.
- Ryall, A.L., Lipton, W.J. 1979. Handling, Transportation and Storage of Fruit and Vegetables (Vegetables and Melons. AVI Publishing Company, Vol.1. INC. Westport Connecticut) p 587.
- Salunkhe, D.K., Desai, B.B. 1984. Postharvest Biotechnology of Vegetables. Vol.2, Chapter 12:147-159. CRC Press, INC. Florida, p 194.
- Tuncel, N., Ağaoğlu, Y.S. 1992a. Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*)'nın Soğukta Muhafazası Üzerine Farklı Ambalaj Kombinasyonlarının Etkileri. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, 2-4 Kasım 1992, Cilt II. Yalova.
- Tuncel, N., Ağaoğlu, Y.S. 1992b. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*)'nın Soğukta Muhafazası Üzerine Farklı Film Materyallerinin Etkileri. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, 2-4 Kasım 1992, Cilt II. Yalova.
- Türk, R., Şeniz, V., Eriş, A., Tunç, B. 1991. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Değişik Sıcaklık ve Ambalajlarda Muhafazası Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Vol. 8:39-52.