



## Kültür Mantarlarının Muhafazası ve Kalite Özellikleri Üzerine Yapılan Araştırmalar

Ömür Dündar<sup>1\*</sup>, Hatice Demircioğlu<sup>1</sup>, Okan Özkaya<sup>1</sup>, Burcu Dündar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 01330 Balcalı/Adana, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 01330 Adana, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

Geliş 01 Aralık 2015  
Kabul 26 Şubat 2016  
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

**Anahtar Kelimeler:**  
Mantar  
Muhafaza  
Raf Ömrü  
Kalite Parametreleri  
Derim Sonrası

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: odundar@cu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada Dünya ve Türkiye genelinde yetiştirilmekte olan yemeklik kültür mantarlarının muhafazası ve kalite özellikleri üzerine yapılan araştırmalar incelenmiştir. Mantarlar, demir, bakır, magnezyum, kalsiyum, fosfor ve potasyum gibi çeşitli mineraller içerirler ve folate, tiamine, riboflavin ve niacin B, C ve D vitaminlerinin yanı sıra, karbonhidrat ve protein kaynağıdır. Sağlık bakımından da önemli olan mantarlara hasattan sonra, raf ömrünü uzatmak için ön soğutma, uygun sıcaklıkta depolama, farklı polietilen poşetlerle paketlenme, modifiye atmosfer poşet kullanımı, nitrik oksit ve ultraviyole ışık kullanımı gibi uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamaların, muhafaza ve raf ömrü sırasında, mantarlarda ağırlık kaybı, sertlik, şapka çapı ve açılımı, sap çapı, kahverengileşme, renk, solunum hızı, enzimatik reaksiyonlar, toplam fenoller, toplam şekerler, amino asit içeriği gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(3): 150-154, 2016

## Investigations on Mushroom Storage and Quality Parameters

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 01 December 2015  
Accepted 26 February 2016  
Available online, ISSN: 2148-127X

#### Keywords:

Mushroom  
Storage  
Shelf Life  
Quality Parameters  
Post-harvest

\*Corresponding Author:

E-mail: odundar@cu.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, researchers on storage and quality properties of mushrooms cultivated in the world and Turkey have been investigated. Mushrooms contain some important minerals and vitamins such as iron, calcium, phosphorus, potassium, copper and folate, thiamine, riboflavin, niacin, vitamin B, C, D and also they are a good source of carbohydrate and protein. After harvest, to extend the shelf life of mushrooms, some applications such as pre-cooling, storage in appropriate temperature, use of different types of polyethylene packaging, modified atmosphere packaging, nitric oxide and UV light applications were done on mushrooms. The effects of these applications on physical and chemical features such as like weight loss, firmness, cap opening rate, cap diameter, stem diameter, browning, colour, respiration rate, enzymatic reactions, total phenols, total sugars, aminoacid content were investigated.

## Giriş

Ülkemizde ve Dünyada üretimi ve tüketimi giderek artan mantarın, insan sağlığını koruyucu B kompleks vitaminleri ve C vitamini yönünden zengin bir besin maddesi olduğu bilinmektedir. Mantar proteininin hazım sindirilebilirlik oranı, %72-83 arasında olup ve insan beslenmesi için gerekli olan hemen hemen bütün aminoasitleri içermektedir. Mantar, bu yönüyle diğer sebze türleri arasında en yüksek besin değerine sahiptir.

Mantar, kalsiyum, fosfor, potasyum, demir ve bakır gibi azımsanmayacak ölçülerde mineral içermektedir. Düşük karbonhidrat ve yağ oranı nedeniyle kalp ve damar hastalıklarında, kandaki şeker düzeyini düşürme özelliği nedeniyle de şeker hastalıklarında diyet ögesi olarak önerilmektedirler. En iyi bitkisel protein kaynaklarından biri olan ve bünyesinde çok düşük oranda yağ içeren mantar, kanser ilaçlarının üretiminde de kullanılmaktadır.

Mantar zehirlenmelerine karşı tanınmayan mantarların yenilmemesi, özellikle kültür mantarlarının tüketilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir (Anonim, 2015).

Kültür mantarının besin değeri hakkında oldukça fazla analiz sonuçları bulunmaktadır (Dündar ve Tevrici, 1996).

Ülkemiz sahip olduğu flora ve iklim koşulları nedeniyle, değişik ortamlarda yetişen doğal mantar türleri yönünden çok zengindir. Türkiye sınırları içerisinde, yapılan araştırmalara göre 40'ı aşkın mantar türünün var olduğu belgelenmiştir (Anonim, 2015). *Pleurotus* cinsinde yer alan *Pleurotus ostreatus*, *Lactarius volemus* ve *Agaricus bisporus* gibi mantarlarının üretimi yapılmaktadır.

Mantarın hasat zamanı, şapkanın henüz açılmadığı dönemdir. Ancak, açılmanın gerçekleştiği mantarların pazarda satıldığı ülkelerde mevcuttur. Fakat genellikle şapkada gerçekleşen açılma bir kusur sayılmakta ve bu tip mantarlar hatalı mantarlar sınıfına sokulmaktadır. Mantarın hasat büyüklüğü, tür ve çeşitlerin şapka büyüklüğüne göre değişmektedir. *A. bisporus*'un en elverişli büyüklüğü şapka çapının 2-5 cm olduğu dönemlerdir.

Hasattan sonra da mantarların bünyesinde enzimatik parçalanma olayları hızla devam etmektedir. Ayrıca mantar üzerinde bazı küf mantarı ve bakteriler gelişmektedir. Hasat olumuna gelen mantarlarda şapka ve sap büyümesi devam eder, sap iyice uzar, şapka açılır ve şapkanın sapla olan bağlantı kısmı yırtılır (Dündar ve Tevrici, 1996). İkinci ve üçüncü ürün dönemlerine (flaşlarına) ait mantarlarda depolama süresince rengin daha iyi korunduğu ve 2. ürün dönemi mantarların, kalite açısından depolamaya uygun olduğu bildirilmektedir. Mantar, plastik torbalarda, kâğıt veya plastik kutularda 150, 250, 500 ve 1000 g'lık paketler halinde ambalajlanmaktadır.

Mantar daha çok taze tüketilen bir sebze türüdür. Dünyada üretilen yemeklik mantarların %40-50'si taze tüketilir. Mantar çok çabuk bozulan bir yapıya sahip olduğu için, taze mantar satışının ve tüketiminin gerçekleştirilmesi, mantarların muhafaza koşullarına bağlıdır. Mantarlarda kalite kriterleri olarak, şapkanın açılması ve uzaması ile belirgin olan hasat sonrası büyüme ve gelişmenin yanında; dış renk, içsel kahverengileşme ve genel görünüm dikkate alınır. Kültür mantarında kalite, taze tüketimi etkileyen en önemli faktördür. Tüketici açısından mantarda dikkat edilen başlıca kalite kriterleri; tazelik, temizlik, bir örneklik ve şapka kapalılığıdır.

Mantarlar hasattan sonra son derece duyarlı oldukları için, hasat ve hasat sonrası işlemler sırasında dikkatli olunmaması durumunda, mantarlarda önemli ölçüde kalite kayıpları olmaktadır.

Bu çalışmada dünya ve Türkiye genelinde yetiştirilmekte olan ve tüketimi artan yemeklik kültür mantarlarının muhafazası ve kalite özellikleri üzerine yapılan araştırmalar incelenmiştir.

### Hasat Sonrası Ön Soğutma ve Paketleme Çalışmaları

Ürünün derim yapıldığı andaki sıcaklığının ön soğutma yöntemi ile düşürülerek tavsiye edilen depolama sıcaklığına ve bağıl nem oranına getirilmesi meyve,

sebze, bitki ve çiçeklerin kalitesinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Ön soğutma, hasattan hemen sonra yapılmalıdır. Derim yapıldığı andaki sıcaklığı yok edilmezse, pek çok üründe kalite kaybı meydana gelebilir.

Mantarların yüksek solunum hızına sahip olması, ön soğutmanın önemini arttırmaktadır. Ürünün solunumu hızı ile ambalaj materyalinin geçirgenlik özelliklerine bağlı olarak değişen atmosfer bileşimi de ürünün dayanım süresini ve kalitesini etkilemektedir. Mantar içerdiği yüksek su oranı ve hassas doku yapısı nedeniyle, hasattan hemen sonra paketlenmeli ve tüketime sunuluncaya kadar düşük derecelerde muhafaza edilmelidir.

Mantarın yetiştirme döneminde 15-17°C olan mantarhane sıcaklığının en kısa sürede muhafaza sıcaklığına indirilmesi, üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadar ki dönemde oldukça önemlidir. Dörtüol ilçesinde yetiştirilen *A. bisporus* mantar türü örnekleri hava ile ön soğutmalı ve ön soğutmasız olarak 400 g'lık kutulara konularak tanık, delikli ve deliksiz polietilen torbalarla üzerleri kapatıldıktan sonra, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü soğuk hava depolarında 1°C ve %85-90 oransal nemde 32 gün depolanmıştır. Mantarlarda 4 günde bir yapılan analizler; ağırlık kaybı (%), ürün zemin rengi değişimi, genel dış görünüş (1-5 değerlendirme), yumuşama (1-3 değerlendirme), sap çapı (mm, kumpasla), şapka açılma oranı (%) ve çapı (mm, kumpasla) şeklinde olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, hava ile ön soğutma, ön soğutma yapılmayanlara göre başarılı bulunmuştur. Hava ile ön soğutma yapılan mantarların, kalitesinden fazla bir şey kaybetmeden 20 gün muhafazasının başarılı olduğu saptanmıştır (Özdemir ve ark., 2000a).

Işık ve ark. (2010) havayla, suyla ve vakumla ön soğutma yöntemleriyle soğutma esnasında ortaya çıkan soğuma hızı, enerji tüketimi, ağırlık, renk ve genel görünüm parametrelerindeki değişimleri araştırmışlardır. Üç yöntem arasında, soğutma hızı açısından en uygun değerler vakumla soğutmada elde edilirken, enerji tüketimi açısından havayla soğutmada elde edilmiştir. Havayla soğutulanlarda %1,9, vakumla soğutulanlarda %2,5 ağırlık azalması gözlemlenirken, suyla soğutulanlarda %11,6 ağırlık kazancı belirlenmiştir. Genel görünüm değerlerine göre, en uygun değerler su ve vakumla soğutulmuş mantarlardan elde edilmiştir.

Dörtüol ilçesinde yetiştirilen *A. bisporus* mantarı büyük (>4,6 cm), orta (3,6-4,6 cm) ve küçük (1,5-3,5 cm) olmak üzere 400 g'lık kutulara konularak tanık, delikli ve deliksiz polietilen torbalarla üzerleri kapatıldıktan sonra, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü soğuk hava depolarında 1°C ve %85-90 oransal nemde 32 gün depolanmıştır. 4 günde bir yapılan fiziksel ve kimyasal analizler; ağırlık kaybı (%), ürün zemin rengi değişimi, genel dış görünüş (1-5 değerlendirme), yumuşama (1-3 değerlendirme), sap çapı (mm, kumpasla), şapka açılma oranı (%) ve çapı (mm, kumpasla) şeklinde olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, tanık uygulamasında mantarlar soğuk hava ile doğrudan temas ettikleri için ağırlık kayıpları çok olmuştur. Delikli ve deliksiz polietilen torbalarla üzerleri kapatılan mantarlardaki kayıplar, 32 günü sonunda %1,43 ile 3,28 arasında olmuştur. Orta boy mantarların muhafazası büyük ve küçük boy mantarlara göre daha başarılı olmuştur (Özdemir ve ark., 2000b).

Özkaya ve Dündar (2000) S.130 ve 2200 mantar çeşitlerinin hasattan sonra muhafaza olanaklarının araştırılması, depolama sırasında oluşabilecek kayıplar ve bu kayıpların en aza indirilmesinde paketleme tipinin belirlenmesi amacıyla, mantarları 1°C'de ve %85-90 oransal nemde muhafaza etmişlerdir. Her kutu, yaklaşık 100 g gelecek şekilde 22x10x6 cm boyutundaki plastik kutular içerisinde yerleştirilmiştir. Kutular plastik film ve delikli polietilen olmak üzere iki farklı örtü materyali ile kaplanmıştır. Mantarlarda ağırlık kaybı, şapka çapı, şapka boyu, sap çapı, renk değişimleri, toplam azot tayini ve mantarsal bozulmalardan kaynaklanan kayıplar incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda, streç film ile kaplı mantarların plastik kutu içerisinde 21 gün muhafaza edilebileceği bulunmuştur.

Mantarların 20°C ve %80 ON'de esneyebilir polivinilklorür (PVC) film, kâğıt ve buğday gluteni çözeltisi ile kaplanmış kâğıtla ve modifiye atmosfer paketleme (MAP) denemeleri esnasında, içsel atmosfer kompozisyonu değişmiştir. Esneyebilir film MAP depolamadan bir gün sonra, mantarlarda zararlı bozulmaya yol açmış koyu kahverengi lekeler belirlemiştir. Bunun nedeni, maddenin iç yüzeyinde yoğunlaşmış su oluşumu ve üst kısmında yüksek bir O<sub>2</sub> kısmi basıncı (16 kPa) olmuştur. Buğday gluteni (WG) kaplamalı kâğıt, 3 gün boyunca makul renk ve kabul edilebilir bir doku koruması sağlamış ve mantar raf ömrünü arttırmıştır. Bu faydalı etki yoğunlaşma olmadan, orta CO<sub>2</sub> (9,5 kPa) ve düşük O<sub>2</sub> (2,5 kPa) kısmi basınç kombinasyonu ile olmuştur. WG-kaplanmış kâğıdı kullanmanın ana dezavantajı, yüksek su buharı geçirgenliği nedeniyle önemli bir ağırlık kaybı (3 günde %3,8 ) olmasıdır. Ancak bu durum, depolama süresi içinde mantarın genel kalitesini etkilememiştir (Guillaume, 2010).

Mantarlar farklı polimerik filmlerle yani vizPP, LDPE ve Shrink filmler ile üç farklı uygulama oda sıcaklığında ve soğutmalı koşullarda delikli film, deliksiz film ve CO<sub>2</sub> deşarj olan ve olmayan film ile paketlenmiştir. Ağırlık ve çürümede fizyolojik kayıp, uygulama ve sıcaklığa bakılmaksızın muhafaza süresi ile artmış, renk koyulaşması depolama sırasında gözlemlenmemiştir. Oda sıcaklığı ile soğutulmuş koşullar altında, deliksiz ve CO<sub>2</sub> geçirgenliği olmayan uygulamanın en iyi uygulama olduğu bulunmuştur. Ortalama sertlik ve çatlama, depolama döneminde ve mantarın boyut artışı ile azalmıştır. Oda koşulları altında LDPE film ve soğutulmuş koşullarda PP film en iyi bulunmuştur. Orta boy (34,62 mm şapka çapı) kültür mantarının, oda sıcaklığında LDPE-film içinde 2 gün boyunca, soğutulmuş koşullar altında PP film içinde 5 gün muhafaza edilebileceği bulunmuştur (Kumar ve ark., 2013).

Bütün taze *A. bisporus* türü mantar örneklerinin hasat sonrası kalite ve raf ömrü, 5°C'de %90 ON'de 16 gün iki farklı gaz kombinasyonlu (%12 O<sub>2</sub>+%2,5 CO<sub>2</sub>, %12 O<sub>2</sub>+%5 CO<sub>2</sub>) aktif modifiye paketleme (MAP) (30 µm kalınlıkta, p-plus antimist polietilen) içinde gözlemlenmiştir. Kontrol grubu, normal hava (%0,1 CO<sub>2</sub>+%20,8 O<sub>2</sub>) içeren depolama koşullarında bulundurulmuştur. Sertlik, ağırlık kaybı, açık şapka yüzdesi, kahverengileşme indeksi, L (açıklık) renk değeri, O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> düzeyi ve mikrobiyal kalite gibi kalite parametreleri, örneğin depolama sırasında kontrol

grubuyla karşılaştırıldığında, %5 CO<sub>2</sub> aktif MAP uygulaması en iyi sonucu vermiş ve bunu %2,5 CO<sub>2</sub> uygulaması izlemiştir. Parlaklık ve kahverengileşme oranı sonuçları arasında iyi bir korelasyon olabileceği belirlenmiştir. Depolama sonunda, suda çözünür kuru madde ve tüm uygulamalarda pH değeri azalmıştır. Farklı tepe boşluğu gaz konsantrasyonu içeren aktif MAP depolamanın, kültür mantarında hasat sonrası kaliteyi korumada etkili olduğu bulunmuştur (Öz ve ark., 2015).

Mantarın başlıca hasat sonrası sorunu yüksek terleme oranı içermesidir ki, bu hızlı ağırlık kaybı ve paketin içinde su buharı yoğunlaşma riskiyle sonuçlanır ve bunlar kalite kaybı ve bozulmada hızlandırılmış etki yapmaktadır. Depolama sıcaklığının (4, 12 ve 20°C) ve oransal nemin (ON) (%76, 86, 96 ve 100) farklı kombinasyonlar altında mantarın terleme davranışının araştırıldığı çalışmada, 7°C ve %85 ON'de mantar paketinde nem ve yoğunlaşma davranışının üzerindeki nem düzenleyici pedin etkisi değerlendirilmiştir. Yoğunlaşma ve mantar kalitesi üzerine nem düzenleme ve kontrol-polipropilen (kontrol-PP) pedlerin etkisi, 6 gün sonra değerlendirilmiştir. Doygun ON durumu olmasına rağmen, incelenen bütün sıcaklıklarda, %100 bağıl nemde depolanan mantarlar 0,03-0,22 mg.kg<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup> oranında nem kaybetmiştir. Nem düzenleyen pedli uygulamalar, kontrol-PP'ye göre mantar kalitesini daha iyi korumuştur. Ancak pakette su yoğunlaşmasını önlemek için yeterli olmamış, 6 gün içinde su buharı sadece 4,1 g emilmiştir (Rux ve ark., 2015).

### Depolama Öncesi Daldırma İşlemleri

*A. bisporus* (U-3) ve *P. florida* (PAU-5) mantar türlerinin fizyolojik (liner büyüme ve biyokütle üretimi), biyokimyasal (β-1,4 endoglukanaz üretimi) ve %10 (v/v) gliserol içindeki davranışı; oda sıcaklığında (25-35°C) muhafazası, -20°C ve -196°C'de depolama sonrası 6 ay süreyle incelenmiş ve mantarların canlılığının depolama koşullarından etkilendiği görülmüştür. Her iki mantar için en iyi muhafaza sıvı azotta olmuştur (Kaur ve ark., 2011).

*A. bisporus* mantar türü örnekleri, 2 dakika süresince alginatın farklı konsantrasyonlarına (%1, %2 ve %3) batırılmış, uygulama sonrası kavanozlara yerleştirilmiş ve 16 gün 4°C'de sürekli %100 O<sub>2</sub>'le havalandırılmıştır. Mantar solunum oranı, ağırlık kaybı, doku, renk, açık şapka yüzdesi, kimyasal özellikler, polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) aktiviteleri ölçülmüştür. Sonuçlar, alginat kaplama (%2)+%100 O<sub>2</sub> nin sertliği yüksek düzeyde koruduğunu ve kahverengileşmeyi ve şapka açılımını geciktirdiğini göstermiştir. Buna ek olarak, alginat kaplama (%2)+%100 O<sub>2</sub> depolama süresince, suda çözünür kuru madde konsantrasyonundaki toplam şekerleri ve askorbik asitteki değişimleri geciktirmiş ve PPO ve POD aktivitesini inhibe etmiştir. Bu çalışma, yüksek oksijen ve modifiye atmosferde alginat kaplama kullanımını, kültür mantarının kalite ve hasat sonrası ömrünü 16 güne kadar sürdürebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir (Jiang, 2013).

Komposit kimyasal ön uygulamaların kültür mantarlarının hasat sonrası kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için; Kontrol (su,T1), 1 mmol L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>EDTA+10 mmol L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub> (T2) ve 1 mmol L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>EDTA+%2,5 CaCl<sub>2</sub>+%0,5 sitrik asit +2,5% sorbitol

(T3) içeren üç farklı uygulama ön işlem olarak kullanılmıştır. T3 uygulanmasında, örneklerde sertlik ve rengin iyi korunduğu ve depolama sırasında ağırlık kaybının daha az olduğu görülmüştür. T1 ve T2 uygulamaları ile karşılaştırıldığında; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, -OH'nın daha düşük düzeyleri ve düşük melondialdehit içeriği T3'de gözlemlenmiştir. T1 ve T2 ile karşılaştırıldığında, T3'de daha yüksek çözünür protein içeriği ve superoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbit peroksidaz (APX), peroksidaz (POD) gibi antioksidant enzimlerde daha yüksek aktiviteler gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, T3 uygulamasının kültür mantarlarının korunmasında kullanılabileceğini göstermiştir (Khan ve ark., 2014).

Kültür mantarının depolama ömrünü uzatmak için glisin betain (GB) uygulamasının muhafaza esnasında, kültür mantarının fizyolojik özellikleri ve kalitesi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Taze mantarlar, farklı konsantrasyonlarda (1,0, 2,5 ve 4,0) GB çözeltilerine daldırılmış ve sonra düşük sıcaklıkta (2°C) 12 gün süresince muhafaza edilmiştir. Mantarların ağırlık kaybı değişimi, açık şapka yüzdesi ve rengi, solunum oranı, polifenol içerik, melondialdehid birikimi, antioksidant enzimleri ve polifenol oksidaz enziminin (PPO) aktiviteleri depolama sırasında incelenmiştir. Membran geçirgenliği ve mikro yapı elektriksel iletkenlik, taramalı elektron mikroskopu (SEM) ölçümü ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, mantarda GB uygulaması, ağırlık kaybını ve solunum oranını düşük seviyede tutmuş, şapka açılımı ve kahverengileşmeyi aynı zamanda inhibe etmiştir. Diğer taraftan, uygulanmış örneklerde polifenol ve askorbik asit içeriği yüksek bulunmuştur. Ayrıca GB depolama esnasında, PPO aktivitesini inhibe etmiş ve SOD, POD ve CAT gibi antioksidant enzimlerin aktivitelerini geliştirmiştir. 2,5 mM GB uygulaması, diğer uygulamalardan (p<0,05) daha iyi sonuç vermiştir. Uygun konsantrasyonda GB uygulamasının, mantarın depolama ömrünü uzattığı belirlenmiştir (Wang ve ark., 2015).

Kültür mantarları, bir nitrik oksit vericisi olan 2,2'-(hydroxynitrososyhidrazino)-bisethanamine (DETANO)'nin farklı konsantrasyonlarına (0,5, 1,0 ve 2 mM) 10 dakika süresince batırılmış ve biorientated polypropylene (BOPP) ısı sızdırmaz torbalar içinde paketlenerek 4°C'de 16 gün süresince depolanmıştır. Mantarlarda; ağırlık kaybı, sertlik, renk, açık şapka yüzdesi, toplam fenolikler, askorbik asit ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriği, superoksit anyon (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) üretim oranı ve polifenol oksidaz (PPO), superoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve askorbit peroksidaz (APX) aktiviteleri ölçümleri yapılmıştır. 1 mM DETANO uygulaması; sertliği yüksek seviyede korumuş, kahverengileşmeyi ve şapka açılmasını geciktirmiş, fenoliklerin ve askorbik asidin birikimini teşvik etmiş, O<sub>2</sub><sup>-</sup> üretim oranı ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriğindeki artışları azaltmıştır. Ayrıca NO, PPO'nin aktifliğini inhibe etmiş ve CAT, SOD ve APX'nin antioksidant enzim aktivitelerini artırmıştır. Bu nedenle NO uygulamasının modifiye atmosfer paketlenmeyle kombinasyonunun, mantarın depo ömrünü 12 güne kadar uzattığı görülmüştür (Jiang ve ark., 2011).

### Depolama Öncesi Ozon, Ultraviyole Işın, Argon ve Esansiyel Yağ Uygulamaları

*Agaricus bisporus* var. *gurelan* 55 mantar türünün hasat sonrası kalitesi üzerine ozon, depolama süresi ve

sıcaklığın etkisini belirlemek için mantarlar 0, 15 veya 25 dakika boyunca ozon (100 mg/saat) ile muamele edilmiş, PVC plastik film ile sarılmış, polisteren paketlerde 5, 15 veya 25°C'de 7 gün muhafaza edilmiştir. İçsel ve dışsal doku özellikleri, olgunluk indeksi ve ağırlık depolama sırasında araştırılmıştır. Paketleme öncesi ozon uygulaması, dış kahverengileşme oranında bir artış ve iç kahverengileşme oranında azalmaya neden olmuştur. Ozon uygulaması; mantarın doku, olgunluk indeksi ve ağırlık kaybı açısından anlamlı farklılıklar sergilemiştir. Artan depolama süresi ve sıcaklıklar; kahverengileşme, yaşlanma ve ağırlık kaybında bir artış, bunun yanı sıra sertlikte azalma oluşturmuştur. Bu çalışmada değerlendirilen tüm kalite parametreleri arasında, ağırlık kaybı sıcaklık artışından (Ea=17,60 kcal/mol) en çok etkilenmiş, en düşük depolama sıcaklığında (5°C) en iyi kalite gözlemlenmiştir (Escriche ve ark., 2001).

Shiitake (*Lentinus edodes*) mantar türü örnekleri, UV-C (4 kJ/m<sup>2</sup>) ışığa maruz bırakıldıktan sonra, modifiye atmosfer paket içinde 1±1°C, %95 oransal nemde 15 gün ve artı 3 gün 20°C'de muhafaza edilmiştir. Mantar sertliği, toplam fenolikler, toplam flavonoidler, askorbik asit ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriği, superoksit anyon (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) üretim oranı ve katalaz (CAT), superoksit dismutaz (SOD), askorbit peroksidaz (APX) ve glutation reduktaz (GR) aktiviteleri ölçülmüştür. UV-C uygulaması, düşük sıcaklıkta depolama sırasında 15 gün sertliği yüksek seviyede korumuş ve raf ömründe sertlik azalmasına neden olmuştur. Ayrıca uygulama yapılmış örneklerde; toplam fenolikler, toplam flavonoidler, askorbik asit oranlarında artış kaydedilmiş ve O<sub>2</sub><sup>-</sup> üretim oranı ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriğindeki artışlar gecikmiştir. Ancak, uygulamanın belirgin etkileri, toplam fenolik içeriğinde görülmüştür. Ayrıca uygulama; depolama periyodu boyunca CAT, SOD, APX ve GR antioksidant enzim aktivitelerini artırmıştır. Bu sonuçlar, UV-C radyasyonu hasat sonrası uygulamasının, Shiitake mantarının yumuşamasını geciktirdiğini ve antioksidan kapasitesini artırdığını göstermektedir (Jiang ve ark., 2010).

Yüksek basınçlı argon (H), ultrason (U) ve bunların kombinasyonu uygulamalarının, kültür mantarının hasadından sonrası 9 gün 4°C'de depolama esnasında, fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. H uygulamasında diğer tüm uygulamalarla karşılaştırıldığında, ağırlık kaybı ve solunum oranı daha düşük olmuştur. 9 gün depolama sonrası kütle kaybı H, UH, U ve kontrol mantarlarında sırasıyla %3,01, %5,09, %5,39 ve %9,59 olmuştur. Ayrıca U uygulanan örnekler depolama sırasında daha düşük polifenol oksidaz aktivitesi (PPO, E.C. 1.14.18.1) gösterirken, UH uygulanan örnekler depolama sırasında antioksidant kapasitesinde hafif artış göstermiş ve ayrıca ağırlık kaybı ve solunum oranında azalmalar görülmüştür. Buna ek olarak, uygulama yapılmış örnekler kontrolle karşılaştırıldığında, mantar renk değişimlerinin önlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. 4°C'de depolanmış farklı uygulamalara (UH, H ve U) tabi tutulmuş mantarların, fiziko-kimyasal özellikleri önemli ölçüde (p<0,05) kontrolden farklı olmuştur (Lagnika ve ark., 2013).

*A.bisporus* mantar türünün kahverengileşme ve hasat sonrası kalitesine üzerine esansiyel yağ ile fümigasyonun etkisi, 4±1°C ve %90 oransal nem koşullarında, 16 gün

boyunca soğuk depolama sırasında değerlendirilmiştir. Mantarların karanfil, sinamaldehyd ve kekik gibi uçucu yağlar (1, 5, ve 10  $\mu\text{l.l}^{-1}$ ) ile fümigasyonu yapılmıştır. Kahverengileşme indeksi (KI), ağırlık kaybı, sertlik, % şapka açılımı, toplam fenolik, askorbik asit, mikrobiyal aktivite ve polifenol oksidaz (PPO), fenilalanin amonya liyas (PAL) ve peroksidaz (POD) aktiviteleri ölçülmüştür. Tüm esansiyel yağların mantar yaşlanmasını inhibe ettiği ve en etkili olanının sinamaldehyd olduğu bulunmuştur. 5  $\mu\text{l.l}^{-1}$  sinamaldehyd ile fümigasyon uygulaması ile şapka açılması gecikmiş, KI azalmış, mikroorganizma sayısı azaltılmış, fenolik birikimi ve askorbik asit teşvik edilmiştir. Ayrıca depolama süresince 5  $\mu\text{l.l}^{-1}$  sinamaldehyd ile fümigasyon uygulamasının, PPO ve POD faaliyetlerini inhibe ettiği ve PAL etkinliğinin arttığı bulunmuştur. Bu durum, hasat sonrası esansiyel yağ ile fümigasyon uygulamalarının, mantar kalitesinin artırılması üzerinde olumlu etkilerinin olduğu söylenebilir (Gao ve ark., 2014).

### Sonuç

Ülkemizde ve dünyada üretimi ve tüketimi giderek artan mantarın, taze olarak satışının, tüketiminin ve muhafazasının gerçekleştirilmesi; derim sırasında, derim sonrası depolama öncesi yapılan ön işlemlere, ambalaj ve depolama koşullarına bağlıdır. Bu çalışma kapsamında incelenen çalışmalara göre; ön soğutma, uygun sıcaklıkta depolama, farklı polietilen poşetlerle paketleme, modifiye atmosfer poşet kullanımı, farklı kimyasallara (gliserol, alginat, glisin betain, nitrik oksit) daldırma, ozon, argon, ultraviyole ışık ve esansiyel yağ kullanımının mantarların fiziksel ve kimyasal yapılarına etkili olduğu bulunmuştur.

### Kaynaklar

Anonim 2015. <http://www.mantarsatis.com>. 11.10.2015.  
 Anonim 2015. <https://truefalseistanbul.wordpress.com>. 11.10.2015.  
 Escriche I, Serra JA, Gómez M, Galotto MJ. 2001. Effect of Ozone Treatment and Storage Temperature on Physicochemical Properties of Mushrooms (*Agaricus bisporus*). Food Sci. Tech. Int.,7(3): 251–258.  
 Dündar Ö, Tevrici N. 1996. Kültür Mantarının (*Agaricus bisporus*) Soğukta Muhafazası Üzerine Farklı Uygulamaların Etkileri. Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, 5-7 Kasım 1996, s. 335-345.  
 Gao M, Feng L, Jiang T. 2014. Browning inhibition and quality preservation of button mushroom (*Agaricus bisporus*) by essential oils fumigation treatment. Food Chemistry, 149: 107–113.  
 Guillaume C, Schwab I, Gastaldi E, Gontard N. 2010. Biobased Packaging for Improving Preservation of Fresh Common Mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). Innovative Food Science and Emerging Technologies, 11: 690–696.

Işık, E, Akbudak B, İzli N. 2010. Mantarda Farklı Ön Soğutma Yöntemlerinin İşletim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2):, 49-58.  
 Jiang T, Jahangir MM, Jiang Z, Lu X, Ying T. 2010. Influence of UV-C Treatment on Antioxidant Capacity, Antioxidant Enzyme Activity and Texture of Postharvest Shiitake (*Lentinus edodes*) Mushrooms During Storage. Postharvest Biology and Technology, 56: 209–215.  
 Jiang T, Zheng X, Li J, Jing G, Cai L, Ying T. 2011. Integrated Application of Nitric Oxide and Modified Atmosphere Packaging to Improve Quality Retention of Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). Food Chemistry, 12: 1693–1699.  
 Jiang T. 2013. Effect of Alginate Coating on Physicochemical and Sensory Qualities of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) Under a High Oxygen Modified Atmosphere. Postharvest Biology and Technology, 76: 91–97.  
 Kaur L, Dhanda S, Sodhi HS, Kapoor S, Khanna PK. 2011. Storage and Preservation of Temperate Mushroom Cultures, *Agaricus bisporus* and *Pleurotus florida*. Indian J. Microbiol., 51(2): 234–238.  
 Khan ZU, Aisikaer G, Khan RU, Bu J, Jiang Z, Ni Z, Ying T. 2014. Effects of Composite Chemical Pretreatment on Maintaining Quality in Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) During Postharvest Storage. Postharvest Biology and Technology, 95: 36–41.  
 Kumar S, Kaur G, Arora S, Kumar R. 2013. Modified Atmosphere Packaging and Storage of Mushrooms. Asian J. Dairy and Food Res., 32(2): 108-114.  
 Lagnika C, Zhang M, Mothibe KJ. 2013. Effects of Ultrasound and High Pressure Argon on Physico-Chemical Properties of White Mushrooms (*Agaricus bisporus*) During Postharvest Storage. Postharvest Biology and Technology, 82: 87–94.  
 Özdemir AE, Sermenli T, Dündar Ö, Özkaya O, Mavi K. 2000a. Hava ile Ön Soğutmanın Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*)'nın Soğuk Hava Depolarında Muhafazasına Etkileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu, Isparta, 11-13 Eylül 2000, s. 243-249.  
 Özdemir AE, Dündar Ö, Sermenli T, Özkaya O, Mavi K. 2000b. Derim Sonrası Farklı Uygulamaların Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*)'nın Soğuk Hava Depolarında Muhafazasına Etkileri. Türkiye VI. Yemeklik Mantar Kongresi, Bergama, İzmir, 20-22 Eylül 2000, s.204-211.  
 Özkaya O, Dündar Ö. 2000. S-130 ve 2200 Mantar Çeşitlerinin Soğukta Muhafazası Üzerine Farklı Uygulamaların Etkileri. 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, Adana, 13-14 Nisan 2000, s. 279-285.  
 Öz AT, Ulukanlı Z, Bozok F, Baktetur G. 2015. The Postharvest Quality, Sensory and Shelf Life of *Agaricus bisporus* in Active MAP. Journal of Food Processing and Preservation, 39: 100–106.  
 Rux G, Mahajan PV, Geyer M, Linke M, Pant A, Saengerlaub S, Caleb OJ. 2015. Application of Humidity-Regulating Tray for Packaging of Mushrooms. Postharvest Biology and Technology, 108: 102–110.  
 Wang Z, Chen L, Yang H, Wang A. 2015. Effect of Exogenous Glycine Betaine on Qualities of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) During Postharvest Storage. Eur. Food Res. Technol, 240: 41–48.